HIGIENE DO TRABALHO I

Brasília-DF.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO

Caro aluno

A proposta editorial deste Caderno de Estudos e Pesquisa reúne elementos que se entendem necessários para o desenvolvimento do estudo com segurança e qualidade. Caracteriza-se pela atualidade, dinâmica e pertinência de seu conteúdo, bem como pela interatividade e modernidade de sua estrutura formal, adequadas à metodologia da Educação a Distância – EaD.

Pretende-se, com este material, levá-lo à reflexão e à compreensão da pluralidade dos conhecimentos a serem oferecidos, possibilitando-lhe ampliar conceitos específicos da área e atuar de forma competente e conscienciosa, como convém ao profissional que busca a formação continuada para vencer os desafios que a evolução científico-tecnológica impõe ao mundo contemporâneo.

Elaborou-se a presente publicação com a intenção de torná-la subsídio valioso, de modo a facilitar sua caminhada na trajetória a ser percorrida tanto na vida pessoal quanto na profissional. Utilize-a como instrumento para seu sucesso na carreira.

Conselho Editorial

ORGANIZAÇÃO DO CADERNO DE ESTUDOS E PESQUISA

Para facilitar seu estudo, os conteúdos são organizados em unidades, subdivididas em capítulos, de forma didática, objetiva e coerente. Eles serão abordados por meio de textos básicos, com questões para reflexão, entre outros recursos editoriais que visam a tornar sua leitura mais agradável. Ao final, serão indicadas, também, fontes de consulta, para aprofundar os estudos com leituras e pesquisas complementares.

A seguir, uma breve descrição dos ícones utilizados na organização dos Cadernos de Estudos e Pesquisa.

Provocação

Pensamentos inseridos no Caderno, para provocar a reflexão sobre a prática da disciplina.

Para refletir

Questões inseridas para estimulá-lo a pensar a respeito do assunto proposto. Registre sua visão sem se preocupar com o conteúdo do texto. O importante é verificar seus conhecimentos, suas experiências e seus sentimentos. É fundamental que você reflita sobre as questões propostas. Elas são o ponto de partida de nosso trabalho.

Textos para leitura complementar

Novos textos, trechos de textos referenciais, conceitos de dicionários, exemplos e sugestões, para lhe apresentar novas visões sobre o tema abordado no texto básico.

Sintetizando e enriquecendo nossas informações

Espaço para você, aluno, fazer uma síntese dos textos e enriquecê-los com sua contribuição pessoal.

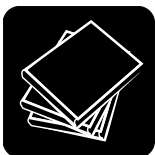
Sugestão de leituras, filmes, *sites* e pesquisas

Aprofundamento das discussões.

Praticando

Atividades sugeridas, no decorrer das leituras, com o objetivo pedagógico de fortalecer o processo de aprendizagem.

Para (não) finalizar

Texto, ao final do Caderno, com a intenção de instigá-lo a prosseguir com a reflexão.

Referências

Bibliografia consultada na elaboração do Caderno.

INTRODUÇÃO

Bem-vindo ao estudo da disciplina Higiene do Trabalho – HT. Este é o nosso Caderno de Estudos e Pesquisa, material básico dirigido aos conhecimentos da Engenharia de Segurança do Trabalho – EST. Esta disciplina, por conta do seu peso programático, foi dividida em Higiene do Trabalho HT I e Higiene do Trabalho HT II, com duração de 80 horas em cada.

A HT I, voltada à introdução da matéria no contexto da EST, aborda as definições básicas, gestão dos fatores de risco do meio ambiente do trabalho, estratégias de amostragem, fundamentos ambientais e biológicos, limites de tolerância e intervenção ambiental. Por sua vez, a HT II, ao aprofundar os conhecimentos nesses itens, discute amiúde fenômenos físicos, químicos e biológicos e seus desdobramentos para a saúde do trabalhador.

Os conteúdos foram organizados em unidades de estudo, subdivididas em capítulos. Os ícones que constam do Caderno são recursos de aprendizagem, que o provocam e o conduzem à reflexão, síntese, leitura complementar, consultas, entre outros. Recomendamos especial atenção aos ícones "praticando", pois eles farão parte das atividades avaliativas do curso.

Desejamos a você um trabalho proveitoso sobre os temas abordados nesta disciplina. Lembre-se que, apesar de distantes, estamos muito próximos.

Objetivos

» Entender as definições básicas da EST.

» Refletir criticamente sobre a Higiene do Trabalho.

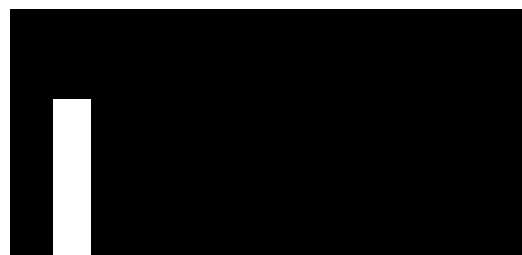
» Conhecer as ações da EST na classificação e identificação do perigo, risco e fator de risco ambiental.

» Entender a relação entre higiene do trabalho, avaliação e gestão de riscos.

» Compreender as estratégias de amostragem relacionadas ao controle ambiental e biológico.

» Compreender os fundamentos básicos biológicos relacionados ao meio ambiente do trabalho.

» Apropriar-se dos conhecimentos sobre mecanismos de controle para intervenção ambiental.

UNIDADE
HIGIENE
DO TRABALHO

O trabalho é essencial à vida, ao desenvolvimento e à satisfação pessoal. As atividades indispensáveis, tais como produção de alimentos, extração de matéria-prima, fabrico de mercadorias, serviços de produção e fornecimento de energia envolvem processos, operações e materiais que, em maior ou menor medida, criam riscos para a saúde dos trabalhadores, os vizinhos, comunidades e o meio ambiente em geral.

De um lado, a atividade econômica é indispensável à sociedade; de outro, em alguns casos, é sabidamente deletéria para quem nela trabalha. Esse é o enfoque político-filosófico-ideológico que serve de centro de gravidade à Engenharia de Segurança do Trabalho – EST, qual seja: alguém adoecerá/morrerá para que outros usufruam!

A geração e a emissão de agentes nocivos no ambiente de trabalho podem ser prevenidas por meio de intervenções adequadas para controlar os riscos, para não só proteger a saúde dos trabalhadores, mas também reduzir o dano ao ambiente que é normalmente associado à industrialização. Se uma substância química nociva de um processo é removida, ela não afetará os trabalhadores e não contaminará o meio ambiente.

Higiene do Trabalho (industrial ou ocupacional) é a ciência que se dedica especificamente à prevenção e ao controle dos riscos decorrentes dos processos de trabalho. Derivada da engenharia, e, na sequência, da Engenharia de Segurança do Trabalho – EST, a disciplina Higiene Industrial objetiva proteger e promover a saúde dos trabalhadores, proteger o ambiente e contribuir para um desenvolvimento seguro e sustentável. Todo Engenheiro de Segurança do Trabalho é higienista, mas nem todo higienista é Engenheiro de Segurança do Trabalho!

A EST evoluiu da proteção para a promoção, conforme bem resumiu o Professor Sebastião Oliveira (2005), no Quadro 1:

Quadro 1. Evolução etimológica da razão de ser da Engenharia de Segurança do Trabalho – EST.

VOCÁBULO	ETIMOLOGIA	SIGNIFICADO
Proteção	*Pro tegere (A frente + cobrir*	Cobrir, abrigar, defesa de um agente exterior
Precaução	*Pre cavere (Tomar cuidado)*	Cuidados antecipados, acautelar-se
Prevenção	*Pre ver (Ver antes)*	Antecipar-se; preparação antecipada de algo
Promoção	Pro movere (Para frente + mover)	Pôr em execução; dar impulso a

Fonte: Apresentação do Desembargador Sebastião Geraldo de Oliveira – TRT 3ª Região Sobre Política Nacional sobre Segurança e Saúde no Trabalho no 1º Seminário de Prevenção de Acidentes do Trabalho – TST. Brasília – 20.10.2011

Na higiene industrial, a proteção à saúde dos trabalhadores não deve ser subestimada, todavia, a sua promoção é o seu grande mote, e é, sem dúvida, de grande importância.

Mesmo que a doença do trabalho/profissional seja diagnosticada e tratada, é importante atuar adequadamente para que novos casos não ocorram.

Por meio do controle dos riscos à saúde pode-se quebrar o ciclo vicioso, conforme ilustrado na Figura 1:

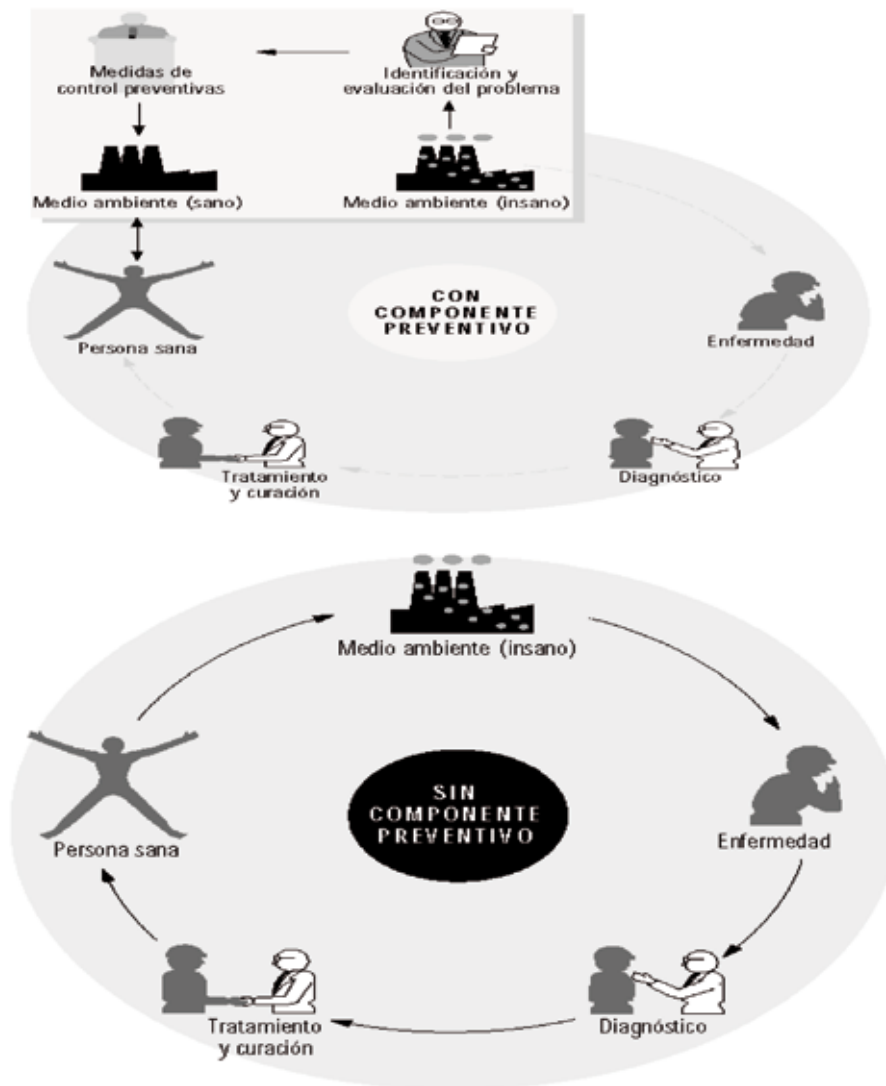



Figura 1. Interações entre as pessoas e o meio ambiente.

Fonte: Apostilado da enciclopédia da OIT <www.ilo.org>

Higiene do Trabalho (industrial ou ainda ocupacional) é a ciência de antecipar, identificar, avaliar e controlar os fatores de risco provenientes do processo produtivo do meio ambiente de trabalho ou a relação entre eles, que poderá implicar agravo à saúde e ao bem-estar dos trabalhadores, tendo em conta o impacto sobre as comunidades, os vizinhos e o ambiente em geral.

As medidas preventivas devem começar bem antes de qualquer dano revelado para saúde, mas, principalmente, antes da exposição a ele. O ambiente de trabalho deve ser objeto de acompanhamento continuado, de forma a serem detectados, eliminados e controlados agentes perigosos e fatores que não prejudiquem o trabalhador.

A saúde do trabalhador requer uma abordagem interdisciplinar, com a participação de disciplinas-chave, sendo uma delas a higiene industrial. A Figura 2 mostra um diagrama dos domínios de intervenção da EST-higienista com as demais áreas biológicas.

Existem diferentes definições de higiene industrial, embora todas, essencialmente, tenham o mesmo significado: são direcionadas para o mesmo objetivo fundamental de proteger e promover a saúde e o bem-estar dos trabalhadores e para proteger o ambiente em geral. A Higiene Industrial, ainda que não tenha sido universalmente reconhecida como uma profissão, já o é em muitos países.

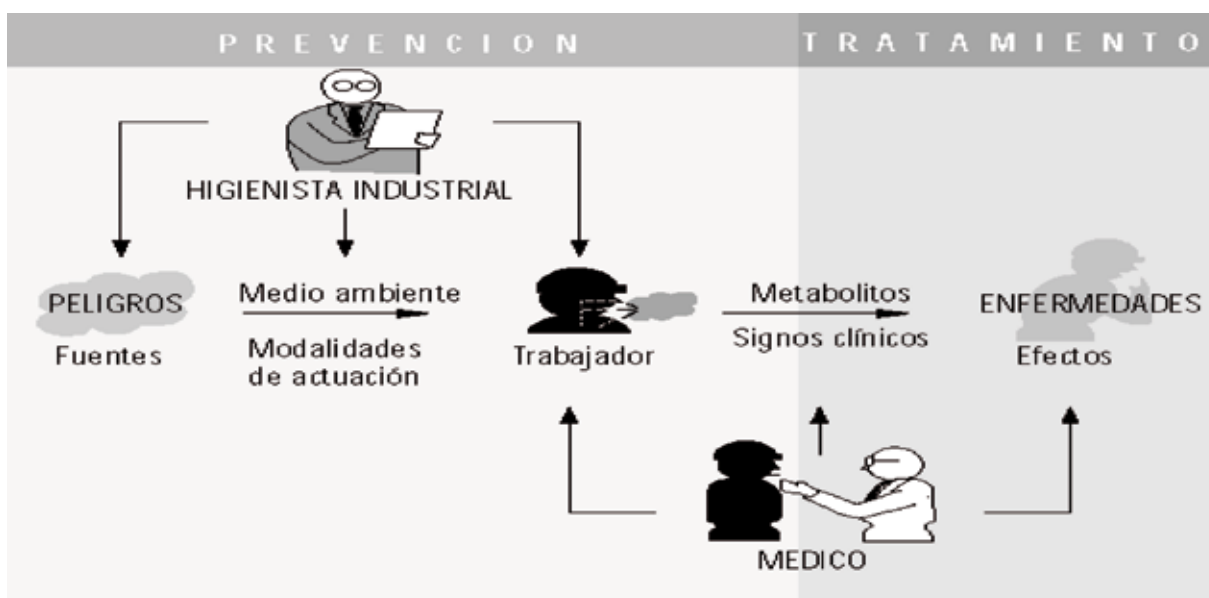



Figura 2. Momento de intervenção – EST (higienista) e Áreas da biologia.

Fonte: Apostilado da enciclopédia da OIT <www.ilo.org>

Também não se deve esquecer a relação estreita entre a saúde do trabalhador e a saúde ambiental. Isso porque a prevenção de poluição proveniente de fontes industriais, processos adequados de tratamento e eliminação de resíduos e de resíduos perigosos deve começar no local de trabalho.

Competências do Engenheiro de Segurança do Trabalho – EST-Higienista Industrial

- Prever os riscos de saúde que podem surgir como resultado do trabalho, processos, operações e equipamentos e aconselhar no planejamento e *design*.
- Identificar e atender, no ambiente de trabalho, a presença (ou potencial) de fatores físicos, químicos e biológicos e outros fatores e sua interação. (Que podem afetar a saúde e o bem-estar dos trabalhadores).

- Conhecer as possíveis rotas de entrada de agentes no corpo, o impacto humano desses agentes e outros fatores sobre a saúde.
- Avaliar a exposição dos trabalhadores aos fatores potencialmente prejudiciais.
- Avaliar os resultados.
- Avaliar os processos e os métodos de trabalho, a partir da geração, transmissão, propagação de fatores potencialmente lesivos, com o fito de eliminar ou reduzir a exposição para níveis aceitáveis.
- Desenvolver e recomendar estratégias de controle e avaliar a sua eficácia, sozinho ou em colaboração com outros profissionais, para garantir controle eficaz e econômico.
- Participar de análise de risco global e gestão de um processo do agente, ou local de trabalho, e contribuir para o estabelecimento prioridades para a gestão de riscos.
- Educar, formar, informar e aconselhar as pessoas de todos os níveis fazendo uso de todas as mídias disponíveis.
- Trabalhar efetivamente em uma equipe interdisciplinar com outros profissionais envolvidos.
- Identificar os agentes e fatores que podem impactar o meio ambiente, bem como compreender a necessidade de integrar a prática da Higiene do Trabalho à proteção ambiental.

CAPÍTULO 1

Perigo, risco e fator de risco

De início, passaremos a definir a nomenclatura adotada neste Capítulo:

» Perigo – é a situação, coisa ou condição potencialmente capaz de gerar um dano à saúde.

» Risco – é a probabilidade de ocorrência de um particular agravo à saúde.

» Probabilidade – é a possibilidade de esse perigo se consumar.

» Fator de risco – é o elemento ou característica positivamente associado ao risco (ou probabilidade) de desenvolver tal agravo. Quando se fala em risco, intrinsecamente o perigo já foi considerado.

O que é mais perigoso, viajar de ônibus ou de avião a jato?

De supetão, diríamos que é ônibus o mais perigoso, afinal, quase todos os dias há notícias envolvendo tragédias rodoviárias.

Todavia, é mais perigoso viajar de avião a jato, pois as energias (potencial e cinética) relacionadas ao deslocamento aéreo são milhares de vezes maiores que as terrestres, situação que torna milagre a possibilidade de haver sobrevivente pós-acidente aeronáutico.

Para melhor visualização, apresentam-se, a seguir, alguns diagramas.

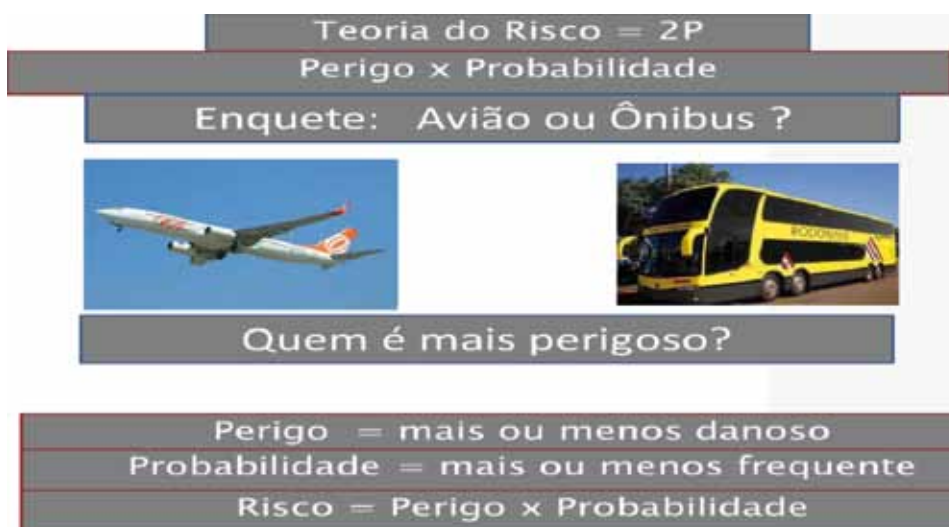



Figura 3. Teoria do Risco (perigo x probabilidade).

	Avião	Ônibus
Massa (t)	80	15
Velocidade (km/h)	860	80
Altura do passageiro ao nível chão(m)	11.000	2

Calcule as energias cinética e potencial do avião e do ônibus.

A prática de Higiene do Trabalho

Os estágios clássicos da prática da Higiene do Trabalho são :

» Identificação de riscos potenciais à saúde no ambiente de trabalho;

» Avaliação de Risco → um processo que permite avaliar a exposição e tirar conclusões sobre o nível de risco para a saúde humana;

» Prevenção e controle de riscos→ um processo de desenvolver e implementar estratégias para eliminar ou reduzir níveis aceitáveis à presença de agentes nocivos e os fatores do local de trabalho, tendo em conta a proteção ao meio ambiente.

A abordagem ideal para a prevenção de risco é uma *performance* de prevenção precoce e integrada, incluindo:

» avaliação dos efeitos na saúde dos trabalhadores e o impacto ambiental, instalando um novo local de trabalho;

» seleção da tecnologia mais segura, menos perigosa e mais limpa ("produção limpa");

» local apropriado do ponto de vista ambiental;

» projeto adequado, com uma distribuição e tecnologia de controle adequadas, que forneçam gerenciamento e evacuação de resíduos segura e de resíduos daí resultante;

» desenvolvimento de diretrizes e normas para a formação pessoal sobre o bom funcionamento dos processos, práticas seguras de trabalho, manutenção e procedimentos de emergência. A importância de se antecipar e evitar qualquer contaminação ao meio ambiente é crucial.

Aumenta-se a tendência de se considerar novas tecnologias a partir do ponto dos potenciais impactos negativos e sua prevenção, considerando a concepção e instalação do processo até o tratamento dos resíduos e desperdícios resultantes.

Algumas catástrofes ambientais que ocorreram, tanto em países desenvolvidos como em desenvolvimento, poderiam ter sido evitadas por meio da implementação de estratégias de controle e de procedimentos de emergência no local de trabalho.

Os aspectos econômicos devem ser analisados sem termos que ir além da mera consideração de custos iniciais; alternativas mais caras que oferecem uma boa proteção à saúde e ao ambiente podem ser mais econômicas a longo prazo. Classicamente, os fatores de risco à saúde são classificados em cinco espécies, da seguinte forma (vide Quadro 2).

Quadro 2. Classificação dos fatores de risco.

Classicamente, os fatores de risco para a saúde e segurança dos trabalhadores, presentes ou relacionados ao trabalho, podem ser classificados em cinco grandes grupos: » Físicos: ruído, vibração, radioação ionizante e não ionizante, temperaturas extremas (frio e calor), pressão atmosférica anormal, entre outros; » Químicos: agentes e substâncias químicas, sob a forma líquida, gasosa ou de partículas e poeiras minerais e vegetais, comuns nos processos de trabalho; » Biológicos: vírus, bactérias, parasitas, geralmente associados ao trabalho em hospitais, laboratórios e na agricultura e pecuária; » Ergonômicos e Psicossociais: decorrem da organização e gestão do trabalho, como, por exemplo: da utilização de equipamentos, máquinas mobiliários inadequados, levando a postura e posições incorretas; locais adaptados com más condições de iluminação, ventilação e de conforto para os trabalhadores; trabalho em turnos e noturno; monotonia ou ritmo de trabalho excessivo, exigências de produtividade, relações de trabalhos autoritárias, falhas no treinamento e supervisão dos trabalhadores, entre outros; » Mecânicos e de Acidentes: ligados à proteção de máquinas, arranjo físico, ordem e limpeza do ambiente de trabalho, sinalização, rotulagem de produtos e outros que podem levar a acidentes do trabalho.

Fonte: Ministério da Saúde do Brasil. Organização Pan-Americana da Saúde no Brasil. Doenças relacionadas ao trabalho: manual de procedimentos para os serviços de saúde / Ministério da Saúde do Brasil, Organização Pan-Americana da Saúde no Brasil; organizado por Elizabeth Costa Dias; colaboradores Idelberto Muniz Almeida et al. – Brasília: Ministério da Saúde do Brasil, 2001. 28-29 pp.

O escopo da Higiene do Trabalho abrange os três primeiros grupos: físico, químico e biológico. Os demais serão abordados em outra oportunidade, neste curso.

As avaliações em higiene do trabalho

As avaliações em higiene do trabalho são realizadas para valorar a exposição dos trabalhadores e para obter informações que permitam definir o projeto ou estabelecer medidas de eficiência e controle.

Avaliar implica medir alguma coisa e comparar com uma referência. Em Higiene do Trabalho, avaliação ambiental – avaliação da exposição ocupacional – de um agente químico (ou intensidade de energia física) consiste na medida da concentração deste na atmosfera e a comparação com o Limite de Exposição Ocupacional – LEO.

Objetivos de uma avaliação:

» Descobrir o que está causando determinados sinais ou sintomas nos funcionários.

» Atender uma reclamação trabalhista, ou notificação de um agente de fiscalização.

» Caracterizar a insalubridade do ponto de vista legal.

- » Identificar as substâncias eventualmente presentes.
- » Verificar a eficiência de uma medida de controle instalada.
- » Realizar avaliação prevista no Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA e dentro de um programa de monitorização ambiental e biológica.
- » Suportar obrigações acessórias tributárias e previdenciárias.
- » Instrumentalizar inquérito para apuração de crimes.

A avaliação da exposição dos trabalhadores aos riscos químicos, físicos e agentes biológicos será tratada ainda neste Caderno.   À guisa de introdução, faremos aqui os primeiros comentários gerais no domínio da higiene industrial.

É importante notar que nenhuma avaliação de risco é um fim em si mesmo, mas deve ser entendido como parte de um processo muito mais amplo que começa no momento da prospecção ambiental (descoberta de fatores de risco em particular, capazes de provocar danos à saúde) até a fase final de controle. A avaliação de riscos facilita a prevenção de riscos, mas em nenhum caso a substitui.

Avaliação da exposição

O objetivo da avaliação da exposição é determinar a frequência, magnitude e duração da exposição dos trabalhadores a um agente. Orientações normativas foram elaboradas sobre o tema (normas da RFB, INSS, Fundacentro, Ministérios da Previdência, da Saúde e do Trabalho), bem como internacionalmente, como, por exemplo, o padrão EN 689, elaborado pelo *Comité Européen de Normalização* (Comitê Europeu de Normalização, CEN 1994).

O procedimento mais comum para avaliar a exposição aos poluentes do ar é avaliar a exposição à inalação, para os quais é necessário determinar a concentração atmosférica a que os trabalhadores estão expostos (Ou, no caso de partículas suspensas no ar, a concentração atmosférica da fração relevante – Fração respirável) e a duração da exposição.

No entanto, quando outra via (além da inalação) contribuir significativamente para a absorção de uma substância química, pode ser emitido um julgamento errôneo se avaliado restritamente à inalação. Em tais casos, deve ser apreciado o total de exposição; uma ferramenta muito útil para isso é o controle biológico (monitoramento de exames médicos periódicos).

A prática de Higiene do Trabalho aborda três tipos de situações:

- » Os estudos iniciais para avaliar a exposição dos trabalhadores.
- » Acompanhamento, controle e fiscalização.
- » Avaliação da exposição em estudos epidemiológicos.

Uma das razões principais para determinar se há uma exposição a um agente perigoso no ambiente de trabalho é decidir se alguma intervenção é necessária. Muitas vezes, mas não sempre, consiste em comprovar respeito a aspectos de uma norma aprovada, via de regra expressos em termos de um limite de exposição ocupacional – LEO.

Determinando o "pior caso" de exposição pode ser suficiente para alcançar esse objetivo. Se a exposição esperada se apresenta longe dos valores LEO, a exatidão e precisão dessas avaliações quantitativas podem ser menores do que aquelas situações próximas a esses limites.

Na verdade, quando os perigos são evidentes, pode ser mais conveniente começar por investir em controles ambientais para, então, efetuar avaliações mais precisas, e só depois de introduzi-los. Avaliações de acompanhamento são necessários em muitas ocasiões, especialmente quando há necessidade de instalar ou melhorar medidas de controle ou, ainda, quando se preveem mudanças nos processos ou materiais usados.

Nesses casos, as avaliações quantitativas desempenham um papel importante no monitoramento de para:

» Avaliar a verificação da validade sobre a eficiência ou para detectar possível falhas nos sistemas de controle;

» Descobrir se houve mudanças nos processos, como, por exemplo, na temperatura da operação ou nas matérias-primas, que mudaram a situação de exposição.

Sempre que se realiza uma avaliação em relação a um estudo epidemiológico para obter dados quantitativos entre a exposição e os efeitos sobre saúde, as características de exposição devem ser descritas em um elevado grau de exatidão e precisão.

Nesse caso, devem se caracterizar adequadamente todos os níveis de exposição, já que não seria suficiente, por exemplo, caracterizar apenas a exposição para o pior caso.

Seria ideal, embora difícil, na prática, que em todos os momentos houvesse registros precisos e exatos de exposição, já que no futuro poderá exigir dados longitudinais retrógrados (diacrônicos) sobre a exposição.

Para a avaliação de dados ser representativa da exposição dos trabalhadores, de modo econômico (não desperdiçar recursos), deve-se projetar e implementar uma estratégia adequada de amostragem, tendo em conta todas as fontes potenciais de variabilidade. As estratégias de amostragem e técnicas de medição são descritas ainda neste estudo, no tópico "Avaliação do ambiente de trabalho".

Interpretação dos resultados

O grau de incerteza na estimativa de um parâmetro de exposição, como a concentração média real de um contaminante atmosférico, é determinado por tratamento estatístico dos resultados obtidos a partir de medições diferentes (p.e., amostragem e análise).

A confiabilidade dos resultados depende do coeficiente de variação do "sistema de medição" e o número de medições. Uma vez alcançada confiabilidade aceitável dos resultados, o próximo passo é considerar as

consequências da exposição para a saúde: em um futuro próximo, o que isso significa para a saúde dos trabalhadores expostos? Terá repercussões em gerações futuras?

O processo de avaliação só termina quando a interpretação dos resultados das medições é cotejada com dados de referência (algumas vezes chamados de “dados sobre a avaliação de risco”), obtidos da toxicologia experimental, epidemiologia e, em alguns casos, de ensaios clínicos.

Deve ser aclarado que a avaliação de risco tem sido usada para se referir a dois tipos de avaliações:

» Avaliação da natureza e magnitude de risco ligado à exposição de substâncias, substâncias químicas e outros agentes na avaliação geral (ambiental);

» Risco para um trabalhador em particular ou um grupo particular de trabalhadores de um local de trabalho específico.

Epidemiologia (epi=sobre; demo=população; logia=estudo) é a ciência que estuda quantitativamente a distribuição dos fenômenos de saúde/doença, e seus fatores condicionantes e determinantes, nas populações humanas. Alguns autores também incluem na definição que a epidemiologia permite, ainda, a avaliação da eficácia das intervenções realizadas no âmbito da saúde pública. Considerada como a principal “ciência básica” da saúde coletiva, a Epidemiologia analisa a ocorrência de doenças em massa, ou seja, em sociedades, coletividades, classes sociais, grupos específicos, entre outros, levando em consideração causas categóricas dos geradores, estados ou eventos relacionados à saúde das populações, às suas características e suas aplicações no controle de problemas de saúde. Dessa maneira, podemos entender a epidemiologia como a ciência que estuda o comportamento das doenças em uma determinada comunidade, levando em consideração diversas características ligadas à pessoa, espaço físico e também tempo; dessa maneira, é possível determinar as medidas de prevenção e controle mais indicadas para o problema, como também avaliar quais serão as estratégias a serem adotadas e se elas causaram impactos, diminuindo e controlando a ocorrência da doença. Vale ressaltar que, enquanto a clínica trata a doença individualmente, a epidemiologia aborda o processo saúde-doença em populações ou grupos de pessoas. A análise de determinação causal das doenças em uma coletividade humana, dividida em classes sociais e/ou grupos específicos de populações (ou a distribuição desigual das doenças nas sociedades), exige da epidemiologia uma interação transdisciplinar e estabelece sua dependência a outras ciências, como, por exemplo: Ciências Sociais (Antropologia, Sociologia, Etnologia); Ciência Política; Estatística; Economia; Demografia; Ecologia e História.

Na prática da higiene industrial, os resultados da avaliação da exposição geralmente são comparados com os limites de exposição ocupacional adotados, que visam proporcionar uma orientação para estabelecimento de objetivos e controles.

Quando a exposição excede esses limites, devem-se tomar medidas corretivas imediatas, quer por meio da melhoria das medidas de controle existentes, quer pela introdução de novos controles.

De fato, as intervenções preventivas devem começar quando a exposição chega ao "nível de ação", que varia consoante o país, e que varia de 20% a 50% do LEO. Um baixo nível de ação é a melhor garantia contra problemas futuros. Infelizmente, o Brasil adota a ponta superior desse *ranger*: 50% do LEO como nível de ação.

Segundo a Norma regulamentadora 9 – MTE e a Norma de Higiene Ocupacional de Ruído – NHO-01, defina qual é o nível de ação e o que significa para a HT.

Comparar os resultados da avaliação da exposição com limites de exposição ocupacional é uma simplificação, uma vez que, entre as inadequações, não se têm em conta muitos fatores que influenciam a absorção de substâncias químicas (tal como a susceptibilidade individual, atividade física e o tamanho do corpo de cada indivíduo).

Além disso, na maioria dos ambientes, a exposição no local de trabalho ocorre simultaneamente à exposição de vários agentes; por conseguinte, muito importante levar em conta as exposições combinadas e suas interações, como as consequências para a saúde da exposição a um único agente que pode ser muito diferente daquelas combinadas, especialmente quando há sinergia ou potencialização de efeitos.

Medições de controle

As medições são destinadas a investigar a presença de agentes e parâmetros de exposição no ambiente de trabalho e podem ser extremamente úteis para planejar e projetar medidas de controle e métodos de trabalho. Os objetivos dessas medidas são:

» identificar e caracterizar as fontes de poluição;

» localizar pontos quentes em recintos ou sistemas fechados (por exemplo, vazamento);

» identificar vias para o meio ambiente trabalho;

» comparar as intervenções de controle diferentes;

» verificar que o ar contaminado não vem de uma área adjacente.

Os instrumentos de leitura direta são extremamente úteis para fins de controle, especialmente aqueles que permitem a realização de uma amostragem contínua e em tempo real, detectando situações de exposição em que de outra forma não seria possível. Exemplos desse tipo de instrumentos são os detectores de fotoionização, analisadores infravermelhos, medidores e aerossóis e tubos indicadores.

Esse método é uma excelente ferramenta para comparar a eficácia sobre medidas de controle diversas, tais como ventilação e métodos de trabalho, o que contribui para a melhoria do projeto. As medições são necessárias para avaliar a eficiência das medidas de controle. Nesse caso, coletam-se amostras ambientais da fonte ou área, separadamente ou com as amostras pessoais, para avaliar a exposição dos trabalhadores.

Para garantir a validade desse procedimento, a área sob consideração, "antes" e "depois" de colher amostras (ou medidas), e as técnicas utilizadas devem ser iguais ou equivalentes na acurácia, sensibilidade e precisão.

Prevenção e controle de riscos

O principal objetivo da Higiene do Trabalho é a aplicação de medidas adequadas para prevenir e controlar os riscos no ambiente de trabalho.

As regras e regulamentos, quando negligenciados, são inúteis para proteger a saúde dos trabalhadores, de forma que, para sua efetiva implementação, se requer a implementação de estratégias de vigilância e de controle.

A ausência de padrões normativos não deve servir de desculpa para não prevenir exposições onde claramente haja riscos graves; controles devem ser introduzidos antes mesmo de avaliações quantitativas. Às vezes, pode ser necessário substituir o conceito clássico de "identificação, avaliação e controle" por "identificação-controle-avaliação", ou mesmo "identificação-controle", se não há recursos para avaliar riscos.

Exemplos de riscos que, obviamente, requerem ação sem a necessidade para a amostragem ambiental: galvanoplastia em uma sala pequena e pouco ventilada, ou uso de um martelo pneumático ou de uma equipe de jateamento de areia, sem controle ambiental ou equipamento de proteção.

Ao identificar tais riscos à saúde, a necessidade imediata é de controle e não da avaliação quantitativa. As medidas preventivas devem se concentrar na cadeia produtiva por meio da qual o fator de risco é transmitido a partir da fonte até o trabalhador. As medidas de controle podem ser classificadas em três principais grupos, nessa ordem: 1) controles de engenharia, 2) organização do trabalho, e 3) medidas pessoais.

A abordagem mais eficiente é o controle de engenharia voltado ao ambiente de trabalho e, consequentemente, reduzindo a necessidade de exposição compulsória pelas pessoas.

As medidas técnicas, muitas vezes, consistem na modificação de alguns processos ou estruturas mecânicas. Sua finalidade é eliminar ou reduzir o uso, geração, emissão de fatores de risco. Quando da impossibilidade, deve-se prevenir ou reduzir a propagação do fator de risco pelo meio ambiente de trabalho:

- » Confiná-lo ou hermetizá-lo;
- » Eliminá-lo no momento em que surgir a partir da fonte;
- » Interferir na propagação;
- » Reduzir a concentração ou intensidade.

Os melhores níveis de controle consistem na modificação da fonte de agente perigoso, bem como na redução de concentração ou intensidade. O controle de fonte pode ser feito com medidas, tais como a substituição de materiais, substituição ou modificação de equipamentos ou processos e manutenção melhorada do equipamento.

Reduzir a concentração ou intensidade tem a ver com a redução de jornada, introdução de rodízios ou criação de turmas, bem como eliminação de horas-extras. Quando não se pode modificar a fonte, ou quando essa mudança não é suficiente para atingir o nível desejado de controle, deve-se combatê-lo mediante controle de emissão e difusão de agentes perigosos no ambiente de trabalho; interromper as vias de transmissão, medidas de isolamento (por exemplo, sistemas recintos fechados), a ventilação de exaustão local, instalação de defesas ou barreiras de isolamento aos trabalhadores.

Outras medidas para ajudar a reduzir riscos:

» Um projeto adequado do sítio de trabalho com vistas à ventilação por diluição e deslocamento/renovação de ar, uma boa limpeza e armazenamento adequado. A colocação de etiquetas e placas de aviso pode ajudar os trabalhadores a avançar para práticas seguras de trabalho.

» Um programa de sistema de controle de acompanhamento e alarme, com detectores de monóxido de carbono em torno de fornos de sulfeto de hidrogênio, em plantas de tratamento de esgoto e a falta de oxigênio em recintos fechados.

» Outras medidas preventivas são a educação pessoal e higiene.

Finalmente, a exposição pode ser levemente reduzida colocando uma barreira protetora para o trabalhador (boca, nariz, pele, orelhas), ou seja, usando equipamentos de proteção individual – EPI.

Cuidado: A prescrição do EPI pela EST sem um robusto e efetivo sistema de proteção coletiva, de engenharia e de processo, constituirá crime de exposição ao risco e periclitação. E, ainda, com agravante de induzir o trabalhador à falsa proteção e, com isso, assumir novos e maiores riscos por imaginar que está protegido.

(Art. 132 do código penal brasileiro).

A avaliação regular, via controles ambientais e vigilância biológica, deve fazer parte de qualquer estratégia de prevenção e de controle de risco. Tecnologia para controlar o ambiente de trabalho também deve incluir medidas para prevenir poluição ambiental (ar, água, solo), incluindo o tratamento de resíduos perigosos.

A maioria das medidas de controle aqui mencionadas se referem aos poluentes do ar, mas obviamente não apenas, pois um processo pode ser modificado para produzir ar mais limpo, menos ruído e menos calor. Uma barreira de isolamento pode separar os trabalhadores de uma fonte de calor, ruído ou radiação.

Com demasiada frequência, a prevenção concentra-se em medidas conhecidas e não é dado o devido valor às outras medidas de controle, tais como o uso de tecnologias alternativas limpas, materiais de substituição, modificação do processo ou a aplicação de boas práticas de trabalho.

Muitas vezes acontece que os processos de trabalho são considerados imutáveis, quando, na verdade, poderiam ser introduzidas mudanças para efetivamente impedir, ou pelo menos reduzir, os riscos associados.

A prevenção e o controle de riscos no ambiente do trabalho requerem conhecimento e perspicácia (engenho). O controle efetivo não precisa necessariamente ser caro e complicado. Em muitos casos, o

risco pode ser controlado com a simples adoção de manutenção preventiva periódica e troca de partes desgatadas dos equipamentos ruidosos. Também pode ser controlada com melhorias simples, tais como colocação de uma barreira móvel entre uma fonte de raios ultravioleta e o trabalhador.

Alguns sistemas, como ventilação local, devem ser avaliados após a instalação e periodicamente verificados. Apenas um controle e manutenção periódica podem assegurar a eficiência continuada, porque mesmo sistemas bem desenhados podem perder suas características iniciais se não forem adequadamente mantidas.

As medidas de controle devem ser integradas em programas de prevenção e de controle de riscos, equipados com objetivos claros e uma gestão eficiente, envolvendo equipes interdisciplinares, técnicos, gerentes de produção e os trabalhadores.

Tais programas devem, também, abranger questões como a comunicação de risco, educação e treinamento em práticas de trabalho seguras e procedimentos de emergência. Eles também devem ser considerados aspectos de promoção da saúde, pois o local de trabalho é um ambiente ideal para promover estilos de vida saudáveis e para alertar sobre os perigos em geral, como fumar.

CAPÍTULO 2

A gestão de riscos no ambiente de trabalho

Não é possível remover todos os riscos à saúde do trabalhador porque alguns são inerentes aos processos produtivos indispensáveis à sociedade. Eis a gestão dos riscos. Por isso, devem ser gerenciados. A avaliação de riscos fornece uma base para a gestão de riscos.

Enquanto avaliação de risco é um procedimento científico, gestão de riscos é pragmático e envolve decisões e ações para prevenir ou reduzir para níveis aceitáveis a presença de agentes que podem ser perigosos para a saúde dos trabalhadores, comunidades vizinhas e ao meio ambiente, considerando também a saúde socioeconômica e pública.

A gestão de riscos ocorre em diferentes níveis; as decisões e as medidas adotadas em escala corporativa facilitam a prática da gestão de riscos no local de trabalho. A gestão de riscos no ambiente de trabalho requer informações e conhecimento sobre:

» Os riscos de saúde e sua magnitude, descritos e classificados de acordo com os resultados da avaliação de riscos;

» Normas e exigências legais;

» Viabilidade tecnológica, a partir do ponto de vista da tecnologia de controle disponível e aplicável;

» Aspectos econômicos, tais como custos de projeto, execução, operação e manutenção de sistemas de controle e análise custo-benefício (custo do controle *versus* benefício econômico decorrente de controlar os riscos ambientais);

» Recursos humanos (disponível e necessário);

» Aspectos socioeconômicos e de saúde pública, que servem como base para tomada de decisão;

» A definição de objetivos de controle;

» Seleção de estratégias e tecnologias de controle adequadas;

» Priorização da ação tendo em conta o risco e os aspectos socioeconômicos e de saúde pública para realizar ações, como, por exemplo, identificar e buscar recursos financeiros e humanos (se ainda não estão disponíveis);

» Concepção de medidas de controle específicas que devem ser adequadas para proteger a saúde do trabalhador e o meio ambiente na maior extensão possível;

» A implementação de medidas de controle, incluindo as disposições para uma operação, manutenção e procedimentos de emergência adequados;

» Estabelecimento de um programa de prevenção e de controle de riscos, com manejo adequado, incluindo a monitorização e avaliação periódica.

O Engenheiro de Segurança do Trabalho – EST, invariavelmente, é o profissional responsável pela condução dessas decisões e ações no local de trabalho. Uma decisão-chave na gestão de risco é com respeito ao risco aceitável. Geralmente, essa decisão é tomada no campo da política empresarial que define tais limites de exposição ocupacional – LEO, todavia, nunca excedendo aos definidos em leis, regulamentos e padrões sanitários.

O EST, por estar ciente dessas exigências legais, é responsável por definir os objetivos do controle no local de trabalho. No entanto, pode acontecer que ele tenha que decidir sobre o risco aceitável no local de trabalho, como, por exemplo, quando não há normas ou não haja cobertura de todas as possíveis exposições. Todas essas decisões e ações devem ser integradas em um plano realista, o que exige colaboração interdisciplinar e coordenação e multissetorial.

Embora as abordagens de gestão de riscos implique enfoque pragmático, sua eficiência deve ser avaliada cientificamente. Infelizmente, as atividades relacionadas com a gestão de riscos são, na maioria dos casos, um meio termo entre o que deve ser feito para evitar todos os riscos e o melhor que se pode fazer na prática, considerando as limitações técnico econômicas, entre outras.

A gestão de riscos relacionados ao meio ambiente de trabalho e ao meio ambiente em geral deve ser coordenada; não são somente as áreas que se sobrepõem, mas, na maioria das situações, o sucesso de um está ligado ao sucesso do outro.

A epidemiologia , em seus primórdios, foi influenciada por conceitos unicausais da determinação das doenças, derivados principalmente do desenvolvimento da microbiologia. De acordo com essa concepção, a cada doença infecciosa deve corresponder um agente etiológico específico. Por esse modelo, há uma conexão direta singela e singular entre um elemento predecessor (agente) e um consequente (desfecho clínico ou agravo). No contexto de saúde do trabalhador, do ponto de vista legal, tem-se que um agente determina uma doença profissional, conforme será tratado ainda neste Caderno. Já nas primeiras décadas do século XX, verifica-se que essa teoria não se adequava à compreensão da maioria das doenças infecciosas ou não infecciosas, restringindo a sua aplicabilidade. Evolui-se progressivamente a percepção de que vários agentes (fatores) – e não somente uma única causa – estavam relacionados com a ocorrência das doenças. Nesse modelo (multicausal), há uma conexão indireta, complexa e plural entre alguns elementos predecessores (agente passa a ser chamado de fator etiológico) e um consequente (desfecho clínico ou agravo). Em outras palavras, na multicausalidade (causação indireta), o fator A causa a doença B, mas por meio da interação de um ou

> mais fatores adicionais (fatores X, Y...), que podem ser entendidos como fatores de risco. Na biologia humana, raramente o processo causal está associado diretamente a um único fator. Na sequência da evolução do conhecimento humano, portanto, incorpora-se a concepção multicausal à epidemiologia para fins de determinação do processo agravo-saúde, e passa-se a adotar a nomenclatura de perigo, risco e de **Teoria do Risco** = **Perigo** (mais ou menos danoso) x **Probabilidade** (mais ou menos frequente). Destacam-se, na doutrina científica, quatro tipos de fatores que intervêm na causalidade dos agravos, os quais atuam como causas necessárias ou como causas suficientes ou ambas: Fatores predisponentes, como idade, sexo, existência prévia de agravos à saúde, que podem criar condições favoráveis ao agravo. Fatores facilitadores, como alimentação inadequada sob o aspecto quantitativo ou qualitativo, condições habitacionais precárias, acesso difícil à assistência médica, que podem facilitar o aparecimento e o desenvolvimento de agravos. Fatores desencadeantes, como a exposição a agentes específicos e patogênicos que podem se associar ao aparecimento de um agravo. Fatores potencializadores, como a exposição repetida ou por tempo prolongado a condições adversas de trabalho, que podem acentuar um agravo já estabelecido. Identificam-se diferentes fatores de risco para uma mesma doença, o que pressupõe a existência de uma rede de fatores ligados à causalidade – a doença coronariana, que apresenta diferentes fatores de risco, entre eles o estresse, o hábito do tabagismo, a hipertensão arterial, a vida sedentária, hábitos alimentares. A força de cada fator como determinante do agravo pode ser variável. Da mesma forma, existem fatores de risco associados a mais de um agravo – o tabagismo pode constituir fator de risco para mais de uma doença, o câncer de pulmão e a doença coronariana. Pode-se compreender a categoria *causalidade* como um complexo de múltiplas condições propícias que, reunidas em configurações adequadas, aumentam a probabilidade (ou risco) de ocorrência de determinado agravo.

Gestão consiste em tomar decisões relativas aos objetivos que devem ser alcançados e as medidas que devem ser adotadas para isso acontecer, com a participação de todas as partes interessadas. Instrumentaliza-se para prever, evitar, reconhecer e resolver os problemas que podem criar obstáculos para executar as tarefas necessárias.

Deve-se ter em conta que a informação científica não garante necessariamente competências de gestão necessárias para executar um programa eficiente. A importância de estabelecer e seguir os procedimentos corretos e uma garantia de qualidade é essencial, pois há uma diferença entre o *trabalho feito* e *trabalho benfeito*.

Além disso, os objetivos reais, e não as etapas intermediárias, devem servir como uma referência. A eficiência de um programa de higiene industrial não deve ser medida pelo número de estudos, mas pelo número de estudos que vão levar às ações concretas para proteger a saúde dos trabalhadores.

Uma boa gestão deve ser capaz de distinguir entre o que chama atenção e o que é importante. Os estudos muito detalhados, incluindo a amostragem e análise, que geram resultados muito exatos e precisos, podem ser impressionantes, mas realmente importantes são as decisões e as ações adotadas por decorrência desses. Nesse sentido, definir planificação, gestão e garantia de qualidade se faz necessário.

Relação entre Higiene do Trabalho, avaliação e gestão de riscos

Avaliação de risco é uma metodologia que tenta caracterizar tipos de efeitos para a saúde como resultado de uma exposição a um agente de particular, a partir da probabilidade de ocorrência desses efeitos para a saúde, com diferentes níveis de exposição. Também é usada para caracterizar situações específicas de risco. Suas etapas são a identificação de risco, a descrição da exposição-efeito e avaliação da exposição para caracterizar o risco.

O primeiro estágio refere-se à identificação de um agente (produto químico) com efeito adverso à saúde (por exemplo, câncer ou envenenamento sistêmico).

A segunda etapa define o grau de exposição que causa magnitude de um efeito particular sobre as pessoas expostas. Isso é essencial para interpretar os dados obtidos a partir da avaliação da exposição. A avaliação da exposição parte do formulário de avaliação de risco, tanto quando obtidos para caracterizar uma situação risco, como quando se obtém para determinar exposição-efeito com base em estudos epidemiológicos.

Nesse último caso, a exposição associada a um efeito relacionado ao agravo deve ser caracterizada com precisão para garantir a validade da correlação. Embora a avaliação de risco seja fundamental para muitas decisões a serem tomadas na prática da higiene do trabalho, tem um efeito limitado sobre a proteção da saúde dos trabalhadores, a menos que a ação preventiva seja realizada nos locais de trabalho.

A avaliação de riscos é um processo dinâmico, já que continuamente se adquirem novos conhecimentos que muitas vezes revelam efeitos substâncias nocivas, até então consideradas relativamente seguras; portanto, o EST deve, em todos os momentos, acessar a tábua toxicológica das substâncias e demais informes técnicos sobre potenciais fatores de risco e suas características.

A Figura 4 descreve os diferentes elementos da avaliação de risco, desde o lugar de trabalho até a discriminação desses elementos.

Figura 4: Identificação dos perigos.

Fonte: Apostilado da enciclopédia da OIT <www.ilo.org>

Planificação

A planificação pontual e minuciosa da execução e da avaliação periódica de um programa de prevenção de riscos é essencial para garantir o alcance de suas metas e objetivos, fazendo o melhor uso de recursos disponíveis. Em princípio, devem ser obtidas e analisadas as seguintes informações:

» A natureza e magnitude dos fatores de riscos existentes, a fim de definir de prioridades;

» Requisitos legais (legislação geral e específica);

» Recursos disponíveis;

» Infraestrutura e serviços de apoio.

O planejamento e a organização incluem as seguintes etapas:

» Definição da finalidade do programa, definição dos objetivos e o âmbito de atuação, considerando a demanda projetada e recursos disponíveis;

» Alocação de recursos;

» Definição da estrutura organizacional;

» Perfil dos recursos humanos e planos para desenvolvimento (quando necessário);

» Repartição clara das responsabilidades aos diferentes serviços, equipes e indivíduos;

» Projeto e adaptação de instalações;

» Seleção de equipamentos;

» Requisitos operacionais;

» Estabelecimento de mecanismos para a comunicação dentro e fora de serviço;

» Calendário/cronograma.

Os custos operacionais não devem ser subestimados, já que a falta de recursos pode prejudicar gravemente a continuidade de um programa. A seguir, alguns requisitos que não podem ser negligenciados:

» Os pedidos de suprimentos (tais como filtros, tubos indicadores, tubos de carvão, reagentes), peças de reposição de equipamentos etc.

» Manutenção e reparação de equipamentos

» Transporte (veículos, combustível, manutenção) e as viagens.

» Atualização de informações.

Os recursos devem ser maximizados mediante um estudo de todos os elementos a serem considerados como parte de um serviço completo. Para o sucesso de qualquer programa, é essencial alocar recursos de modo equilibrado entre as diferentes unidades (medições de campo, amostragem, laboratórios de análises etc.) e componentes (instalações e equipamentos, pessoal, aspectos operacionais).

Além disso, alocação de recursos deve permitir certa flexibilidade, pois é possível que a higiene industrial tenha que se adaptar para atender às necessidades reais, que devem ser avaliadas periodicamente. Comunicar, compartilhar e colaborar são palavras-chave para o trabalho em equipe de sucesso e desenvolvimento de competências individual.

Mecanismos eficazes de comunicação são fundamentais, dentro e fora do programa, para atingir a abordagem interdisciplinar que requer a proteção e a promoção da saúde dos trabalhadores. Deve existir estreita interação entre os profissionais de saúde do trabalhador- médicos e enfermeiros do trabalho, psicólogos do trabalho, entre outros. No contexto do local de trabalho, devem participar os trabalhadores, pessoal da produção e gerentes.

A execução de programas eficazes é um processo gradual. Portanto, na fase de planejamento deve ser desenvolvido um calendário realista de acordo com as prioridades corretamente estabelecidas e com os recursos disponíveis.

Segundo as normas regulamentadoras, indique quais são os programas, com respectivos fundamentos legais (planificação), de prevenção de riscos ambientais para atividades econômicas de construção civil; mineração; indústrias com exposição ao benzeno, *telemarkenting* e/ou *Call Center*.

Garantia da Qualidade

O conceito de garantia da qualidade, que abarca o controle de qualidade cobrindo provas de aptidão das entidades credenciadas, refere-se principalmente às atividades de medição. Embora esses conceitos tenham sido associados a laboratórios analíticos, o seu âmbito deve ser alargado para cobrir também a amostragem e medições.

Nos casos em que seja necessário realizar análises e amostragens, ambos os procedimentos devem ser considerados como um só, do ponto de vista da qualidade. Uma vez que nenhuma cadeia é mais forte que o mais fraco dos seus elos, o uso de instrumentos e técnicas com diferentes níveis de qualidade nos diferentes estágios de um mesmo procedimento de avaliação implica desperdício de recursos.

Tendo em vista a precisão e exatidão de uma balança analítica de alta resolução, não pode compensar usar de uma bomba de amostragem que tem uma velocidade de fluxo inadequada. O desempenho dos laboratórios deve ser revisto para identificar e corrigir potenciais fontes de erro.

É preciso adotar uma abordagem sistemática para manter sob controle os muitos detalhes envolvidos. É importante estabelecer com os laboratórios de higiene do trabalho garantia de programas de qualidade que cubram os controles internos, como avaliações de qualidade externa (muitas vezes chamadas de "provas de aptidão").

No que se refere à coleta de amostras ou medições realizadas com instrumentos de leitura direta (como são utilizados para a medição agentes físicos), a qualidade implica procedimentos corretos e adequados para:

» Realizar estudos preliminares que envolvam a identificação de potenciais fatores de riscos e aspectos a serem levados em consideração na concepção da estratégia;

» Elaborar a estratégia de amostragem (ou medição);

» Selecionar e utilizar métodos e equipamentos de amostragem ou mensuração, para fins de pesquisa e requisitos de qualidade;

» Implementar procedimentos, incluindo o controle de tempo;

» Realizar o transporte, manuseio e armazenamento das amostras (se houver).

Com respeito ao laboratório analítico, a qualidade implica a existência de:

» Projeto e instalação de equipamentos;

» Seleção e utilização de métodos analíticos validados (ou, em se necessário, a validação de métodos analíticos);

» Seleção e instalação de instrumentos;

» Suprimentos adequados (reagentes, amostras de referência etc.)

Em ambos os casos (procedimentos corretos e laboratório analítico), é essencial ter:

» Protocolos, procedimentos e instruções escritas com clareza;

» Calibração e manutenção de rotina do equipamento;

» Profissionais treinados e motivados a concluir com êxito os procedimentos;

» Gestão adequada;

» Controle interno da qualidade;

» Avaliação externa da qualidade ou testes de proficiência (Se aplicável).

É também essencial assegurar procedimentos adequados para o tratamento dos dados obtidos e à interpretação de resultados, bem como para notificação e registro. A acreditação de laboratórios, definidas pelo Inmetro (ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005), constitui reconhecimento formal de que um laboratório é competente para executar certos testes ou tipos de testes. Essa acreditação é uma ferramenta de controle muito importante a ser promovida. Deve abranger tanto a tomada de amostras como o processo analítico.

Para saber mais sobre o INMETRO, consulte o *site*:

<http://www.inmetro.gov.br/credenciamento/acre_lab.asp>.

Atualmente, o Inmetro mantém acordos de reconhecimento mútuo com os membros plenos da ILAC, IAAC e EA. Com esses acordos, os resultados dos ensaios e calibrações realizados pelos laboratórios acreditados pelo Inmetro passam a ser aceitos pelos demais organismos de acreditação signatários, que, tal como o próprio Inmetro, devem ainda promover o acordo em seus próprios países, divulgando-o às autoridades reguladoras, à indústria e aos importadores. International Laboratory Accreditation. Co-Operation - ILAC é a cooperação internacional que reúne organismos de acreditação de laboratórios de todo o mundo. O Inmetro é membro da ILAC desde a sua criação, participando, inclusive, de seu Comitê Executivo. Desde 1996, a ILAC tem desenvolvido os mecanismos para implementação de seu acordo internacional na atividade de acreditação de laboratórios, cuja documentação- base foi definida durante sua Assembleia Geral, organizada pelo Inmetro, no Rio de Janeiro, em outubro de 1999. Em 2 de novembro de 2000, em Washington D.C., durante a Conferência ILAC 2000, o acordo da ILAC (*ILAC Arrangement)* foi assinado por 34 organismos de acreditação de laboratórios de 26 economias dos 5 continentes, incluindo o Inmetro, único representante da América Latina. O acordo entrou em vigor a partir de 31 de janeiro de 2001, passando seus signatários a reconhecer a equivalência dos seus sistemas de acreditação de laboratórios e se comprometendo a promover o acordo e a aceitação dos certificados de calibração e relatórios de ensaio emitidos pelos laboratórios acreditados por eles. É importante observar que, embora o Inmetro não mantenha um acordo bilateral com a *Asia-Pacific LaboratoryAccreditationCooperation* (APLAC), cooperação que reúne os organismos de acreditação de laboratórios da comunidade econômica da Ásia-Pacífico (APEC), todos os organismos membros da APLAC são signatários do acordo da ILAC e, portanto, aceitam os certificados emitidos pelos laboratórios acreditados pelo Inmetro. A relação dos signatários do acordo da ILAC pode ser obtida no *site* <www.ilac.org>. *European Cooperation For Accreditation* – EA é a cooperação para acreditação de laboratórios e organismos de certificação e inspeção que envolve os países membros da Comunidade Europeia. O Inmetro mantém um contrato de cooperação com a EA desde1998. Participam do acordo multilateral da EA apenas organismos de acreditação oriundos dos países membros da Comunidade Europeia. *Interamerican Accreditation Cooperation* – IAAC é uma cooperação regional que reúne os organismos acreditadores (credenciadores) das três Américas, criado em novembro de 1996, por iniciativa do Inmetro, nas áreas de laboratórios de ensaio, calibração, de organismos de certificação de sistema, produtos e pessoal e de organismos de inspeção. Tem como meta maior a realização do Reconhecimento Mútuo entre os países signatários, quanto às estruturas acima mencionadas. A IAAC realiza anualmente uma Assembleia Geral (GA) onde são tomadas decisões a respeito de políticas de acreditação. O Inmetro tem participado de diversas atividades de promoção de acreditação desenvolvidas pela IAAC. Na área de acreditação de laboratórios, os técnicos do Inmetro ministraram diversos cursos sobre os requisitos de acreditação e três cursos para avaliadores de laboratórios. Em outubro de 2002, a IAAC promoveu a assinatura dos primeiros Acordos de Reconhecimento, dos quais participaram Brasil, Estados Unidos, Canadá e México, na atividade de acreditação de laboratórios

<http://www.inmetro.gov.br/credenciamento/acre_lab.asp>.

Avaliação dos programas

O conceito de qualidade deve ser aplicado a todas as fases da prática de higiene industrial, a partir da identificação de riscos até a implementação da prevenção e do controle riscos. Desse ponto de vista, programas e serviços de higiene industrial devem ser avaliados, periodicamente e criticamente, para atingir uma melhoria contínua.

A higiene industrial é essencial para proteger a saúde dos trabalhadores e o meio ambiente.Sua prática consiste em muitas etapas inter-relacionadas que não fazem sentido por si sós, mas para ser integrada numa estratégia global.

Destaque os dispositivos normativos na NR-09, do MTE, que tratam de planificação, gestão e garantia da qualidade e expresse o seu entendimento.

CAPÍTULO 3

Identificação de perigos

A identificação dos perigos associados a qualquer meio ambiente do trabalho envolve os respectivos grupos dos trabalhadores potencialmente expostos. Os fatores de riscos podem ser físicos, químicos e biológicos, conforme Quadro 3.

Alguns riscos ambientais são de fácil identificação,como, por exemplo, os irritantes, que têm um efeito imediato após a exposição de pele ou inalação. Outros, no entanto, não se percebem os riscos ambientais, como no caso de substâncias químicas formadas acidentalmente, cujas propriedades não estão devidamente avisadas em rótulos de embalagens e especificações técnicas.

Alguns agentes, tais como metais (e.g., chumbo, mercúrio, cádmio e manganês) podem causar danos depois de vários anos de exposição; todavia, são facilmente identificados se tais características são conhecidas.

Um agente tóxico pode não ser um perigo se estiver a baixas concentrações ou se ninguém estiver exposto a ele. Para saber quais perigos existem, é essencial identificar agentes ambientais, riscos relacionados à saúde e às situações de possíveis exposições.

Quadro 3. Perigos de agentes químicos, físicos e biológicos.

TIPO	DESCRIÇÃO	EXEMPLOS
RISCOS QUÍMICOS	Substâncias químicas entram no corpo principalmente por inalação, absorção pela pele ou ingestão. O efeito tóxico pode ser agudo, crônico ou ambos.	
Corrosão	As substâncias químicas corrosivas produzem destruição de tecidos no local de contato. A pele, olhos e sistema digestivo são as partes do corpo mais frequentemente afetadas.	Ácidos concentrados e fósforo, álcalis.
Irritantes	Irritação pode causar inflamação dos tecidos no local onde são depositados. Os irritantes da pele podem causar reações, como eczema ou dermatite. As substâncias que causam irritação respiratória grave podem causar dispneia, respostas inflamatórias e edema.	Pele: ácidos, álcalis, solventes, óleos. Respiratórios: aldeídos, amônia, alcalino em pó, dióxido de azoto, oxicloreto de carbono, cloro, bromo, ozônio.
Reações alérgicas	Alérgenos ou substâncias químicas sensibilizadoras podem causar reações alérgicas na pele ou respiratórias.	Pele: Colofónia (resina), formaldeído, metais como cromo ou níquel, alguns corantes orgânicos Químicos: epóxi, terebinto. Respiratória: isocianatos, corantes reativos para a fibra de formaldeído, pós de florestas tropicais, níquel.

TIPO	DESCRIÇÃO	EXEMPLOS
Asfixiantes	Gases inertes que diluem o oxigênio da atmosfera abaixo da concentração necessária para a vida existir. Uma atmosfera deficiente em oxigênio pode ser encontrada em tanques, porões de dos navios, silos ou minas. A concentração atmosférica de O_2 (oxigênio) nunca deve ser inferior a 19,5% em volume.	Asfixiantes simples: metano, etano, hidrogênio, hélio. Asfixiantes químicos: monóxido de carbono, nitrobenzeno, cianeto de hidrogênio, sulfeto de hidrogênio.
Câncer	Substâncias cancerígenas humanas conhecidas são substâncias químicas que, conforme estudos, ficou claramente demonstrado causar câncer nos seres humanos. Substâncias cancerígenas prováveis são substâncias químicas que têm mostrado claramente causar câncer em animais ou nenhuma prova conclusiva de como elas afetam os seres humanos estão disponíveis. Fuligem e alcatrão de carvão foram as primeiras substâncias químicas prováveis causadoras de câncer.	Conhecido: benzeno (leucemia); cloreto de vinilo (fígado Angiossarcoma); 2-naftilamina, bencidina (câncer de bexiga); amianto (câncer de pulmão, mesotelioma); pó de madeira (adenocarcinoma nasal ou sinusal) provável: formaldeído, dicromatos, berílio e tetracloreto de carbono.
Efeitos sobre o sistema reprodutivo	Agentes tóxicos para o sistema reprodutivo interferem nas funções reprodutivas ou sexuais da pessoa. Os agentes tóxicos de desenvolvimento são aqueles que podem causar um efeito negativo nos descendentes das pessoas expostas; por exemplo, defeitos de nascimento. Substâncias químicas Embriotóxicas ou fetotóxicas podem causar aborto espontâneo.	Manganês, etheylene e éter etílico de etilenoglicol, mercúrio, dissulfeto de carbono. Compostos orgânicos de mercúrio, monóxido de carbono, chumbo, talidomida, solventes.
Agentes tóxicos sistêmicos	Agentes tóxicos sistêmicos são agentes que causam danos a determinados órgãos ou sistemas do corpo.	Cérebro: solventes, chumbo, mercúrio, manganês sistema nervoso periférico: hexano, chumbo, arsênico, dissulfeto de sistema de carbono hematopoético: benzeno, éteres de etilenoglicol RIM: cádmio, chumbo, mercúrio, pulmão de hidrocarbonetos clorados: pó de carvão (pneumoconiose) amianto, sílica.
RISCOS BIOLÓGICOS	Riscos biológicos podem ser definidos como materiais de diferentes fontes de origem biológica, tais como vírus, bactérias, fungos, proteína animal ou substâncias vegetais, como os produtos de degradação das fibras naturais. O agente etiológico pode surgir de um organismo viável ou contaminante ou constitui um componente específico da poeira. Os riscos biológicos são divididos em infecciosos e não agentes infecciosos. Os perigos não infecciosos podem ser divididos, por sua vez, em organismos viáveis, biogênicas toxinas e alérgenos biogênicos.	
Infecciosos	Doenças por agentes infecciosos são relativamente raras. Trabalhadores em risco são trabalhadores de hospitais, de matadouros, de jardins zoológicos, funcionários de laboratórios, agricultores, veterinários, , cozinheiros. A susceptibilidade varia amplamente (por exemplo, pessoas tratadas com drogas suprimem o sistema imunitário e terão alta sensibilidade).	Hepatite B, tuberculose, tétano, brucelose, carbúnculo, Chlamydiapsittaci, Salmonella.

TIPO	DESCRIÇÃO	EXEMPLOS
Organismos viáveis e toxinas biogênicas	Organismos viáveis incluem fungos, esporos e micotoxinas; toxinas biogênicas incluem endotoxinas, aflatoxina e bactérias. Produtos do metabolismo de bactérias e fungos são numerosos e complexos e são afetados pela temperatura, pela umidade e pelo tipo de substrato em que crescer. Do ponto de vista químico, podem ser proteínas, lipoproteínas ou mucopolissacarídeos. Bactérias gram-positivas e gram-negativas e moldes são exemplos desses organismos. Trabalhadores mais expostos ao risco são os de fábricas, trabalhadores de algodão, linho e cânhamo, estações de tratamento de água e esgoto, trabalhadores de silos de lamas e cereais.	Bissinose, "febre do grão," doença do legionário.
Biogênicos alérgenos	Biogênicos alérgenos podem ser fungos, proteínas de origem animal, terpenos, ácaros e enzimas. Uma parte considerável dos alérgenos Biogênicos na agricultura vêm da pele de animais, pelos, proteínas na urina e material fecal. São encontrados alérgenos em muitos ambientes industriais, tais como nos processos de fermentação, na produção de drogas, em padarias, na produção de papel, madeira de processamento (serragem, produção, fabrico), bem como na produção de especiarias e biotecnologia (produção de enzimas e vacinas), cultivo de tecidos. Em indivíduos sensibilizados, exposição a agentes alérgicas pode causar alergias, como sintomas de rinite, conjuntivite e asma alérgicas. Alveolite alérgica é caracterizada por sintomas respiratórios agudos, tais como tosse, calafrios, febre, dores de cabeça e dores musculares e pode produzir fibrose pulmonar crônica.	Asma ocupacional: lã, peles, grãos de trigo, farinha, cedro vermelho, alho em pó alveolite alérgica: doença do agricultor, bagazosis, "doença do agricultor de aves de capoeira", a febre do umidificador, secuoiosis.
RISCOS FÍSICOS	Caracteriza-se pela transferência de energia do meio ambiente do trabalho e o ser humano (química, mecânica, hidráulica, acústica, elétrica, térmica, radioativa, barométrica, entre outras)	
Ruído	Ruído é a mistura de sons que pode afetar negativamente a saúde e o bem-estar de pessoas. Alguns aspectos sobre os perigos do ruído são a energia total do som, a distribuição de frequências, duração da exposição e impulso de ruído. A acuidade auditiva é, em geral, a primeira capacidade que é afetada, com perda ou redução de 4.000 Hz, seguida por perdas na faixa de frequência de 2.000 a 6.000 Hz. Ruído pode causar efeitos agudos, como problemas de comunicação, menor capacidade de concentração, sonolência e, consequentemente, a interferência com o desempenho de trabalho. Exposição a níveis elevados de ruído (geralmente acima de 85 dBA) ou ruído de impulso (140 dBC), por um período considerável de tempo, pode causar perda de audição, temporária e crônica. Perda de audição permanente é a doença do trabalho mais comum nos pedidos de indenização.	Fundições, madeira, setor metal têxtil, indústrias em geral.
Vibração	Vibração tem alguns parâmetros em comum com ruído: frequência, amplitude, duração da exposição e a continuidade ou intermitência da exposição. O método de trabalho e habilidade do operador podem desempenhar um papel importante no surgimento de efeitos nocivos por causa da vibração. O trabalho manual com ferramentas elétricas está associado aos sintomas de transtornos circulatórios periféricos conhecidos como "fenômeno de Raynaud" ou "dedos vibração induzida pelo branco. " As ferramentas de vibração podem afetar também o sistema nervoso periférico e sistema músculo-esquelético, reduzindo força de preensão e dor nas costas, causando baixa e doenças degenerativas de volta.	Máquinas de ajuste, máquinas de mineração, carregadeiras, caminhões, empilhadeiras, ferramentas pneumáticas, serras de fita e circulares.
Radiação ionizante	O efeito crônico mais importante de radiação ionizante é o câncer, incluindo leucemia. Sobre-exposição aos níveis relativamente baixos de radiação tem associado com dermatite na mão e os efeitos sobre o sistema sanguíneo. Os processos ou atividades que podem levar a exposição excessiva à radiação Ionizante são muito restritos e controlados.	Reatores nucleares, tubos de raios-X médicos e odontológicos, aceleradores de partículas, radioisótopos, Radiação não ionizantes.

Quadro 4. Agentes químicos (classificação e definições)

Agentes Químicos
Os perigos podem ser biológicos, químicos ou físicos. Esta seção, com a ajuda do quadro 3, fornece uma breve descrição de diferentes tipos de riscos químicos, juntamente com exemplos de ambientes e atividades (CASARETT, 1980).
O ar contém, normalmente, pequenas quantidades de partículas microscópicas de poeira (mineral, vegetal ou animal), bactérias e odores (gases produzidos como esgoto ou lixo). Esses agentes são denominados aerossóis. Aerossóis são formados por dispersão resultante de atomização de sólidos ou líquidos ou da suspensão de poeiras, pólens e bactérias em consequência das correntes de ar. Os principais aerossóis são:
Fumos
Partículas sólidas de diâmetro inferior a 10µ, chegando a 1µ. Resultam da condensação de partículas gasosas volatilizadas de metais fundidos, quase sempre acompanhadas de oxidação. Tendem a flocular no ar.
Poeiras
Partículas sólidas de diâmetro até 100µ, resultantes da desintegração mecânica de substâncias, seja pelo simples manuseio ou pelas operações de britagem, moagem, esmerilhamento, peneiramento, usinagem, fundição, demolição etc. As poeiras não floculam e não se difundem, tendendo a precipitar pela força da gravidade.
Fumaça
Produtos resultantes da combustão incompleta de materiais orgânicos . Apresentam diâmetros inferiores a 1µ.
Névoas
Gotículas líquidas com diâmetro entre 0,1 a 100µ, resultante da condensação de vapores ou da dispersão mecânica de líquidos. As neblinas estão entre 1 a 50µ e se classificam em MIST ou FOG (cerração, orvalho, dispersão da água em gelo), com partículas menores que a MIST.
Organismos vivos
Pólen de flores (5 a 10µ), esporos de fungos (1 a 10µ) e bactérias (0,2 a 5µ, podendo chegar a 20µ). Em alguns locais podem ocorrer vírus (0,002 a 0,05µ).
Gases e vapores
Gases são substâncias que podem passar ao estado líquido ou sólido por efeito combinado de aumento da pressão e/ou diminuição da temperatura. O termo vapor é, em geral, usado para o gás de uma substância que é líquida em condições normais de ambientes. De forma mais técnica, vapor pode ser considerado o gás em temperatura inferior à crítica. A manipulação de gás sempre envolve um risco de exposição, salvo em processos herméticos. Os gases introduzidos em recipientes ou condutos podem vazar e causar acidentes. Os processos realizados em temperaturas elevadas (e.g., soldagem e de escape de motores a gás) também formam gases. Processos industriais resultam em NH_3, SO_2, NO_2, CO, CH_4, Cl e CO_2.
Fuligem *(Fly-ash)*
São partículas muito finas de produtos da queima de combustíveis minerais em caldeiras e fornalhas.

Identificação de perigos (fatores de riscos)

A identificação de riscos é uma etapa essencial na prática do industrial de higiene, bem como no planejamento adequado da avaliação dos riscos, controle, estratégias e no estabelecimento de prioridades de ação. As medidas adequadas de controle também requerem a caracterização física das fontes de poluentes e rotas de sua propagação .

Identificação de risco permite determinar:

- » Agentes que podem estar presentes e em que circunstâncias;
- » A natureza e magnitude potencial de efeitos adversos saúde e bem-estar.

A identificação de perigosos agentes, fontes e condições de exposição exige amplo conhecimento e estudo cuidadoso dos processos e operações de trabalho sobre as matérias-primas, substâncias químicas utilizadas ou geradas, produtos finais e subprodutos possíveis, bem como a eventual formação acidental de substâncias químicas, decomposição de materiais, queima de combustíveis ou a presença de impurezas.

Determinar a natureza e a magnitude de potenciais efeitos biológicos que esses agentes podem causar se houver exposição excessiva requer o acesso à informação toxicológica.

Fontes internacionais sobre informação de segurança química: Programa Internacional de Segurança Química (IPQS); Agência Internacional para Pesquisa em Câncer (IARC); e o Registo Internacional de Produtos Químicos Potencialmente Tóxicos do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente.

(RIPQPT-PNUMA).

Antes de fazer uma investigação de higiene industrial, deve-se estabelecer claramente sua finalidade. Seu propósito pode ser o de identificar riscos potenciais, avaliar os riscos no local de trabalho, demonstrar a conformidade com os requisitos regulamentares, avaliar medidas de controle ou de avaliar a exposição em relação a um estudo epidemiológico.

Muitos modelos e técnicas têm sido desenvolvidos para identificar e avaliar riscos no ambiente de trabalho.

Sua complexidade varia de simples listas, testes, estudos preliminares de higiene industrial, matrizes de exposição ambiental de risco e estudos de operacionalidade, aos perfis de exposição ocupacional e programas de acompanhamento no trabalho.

Não há uma técnica específica adequada para todos os casos, mas todas as técnicas têm componentes que podem ser úteis em qualquer investigação. A utilidade de modelos depende mesmo do alvo da investigação, o tamanho do local de trabalho, o tipo de produção e atividade e, finalmente, da complexidade das operações.

A identificação e classificação dos perigos associados a riscos no ambiente de trabalho pode ser dividido em três elementos básicos: i) caracterização local de trabalho; ii) descrição do padrão de exposição e iii) avaliação de riscos.

Caracterização de trabalho

Um local de trabalho pode ter poucos ou muitos funcionários, que desenvolvem diferentes atividades, dependendo das características da empresa ou setor (fábricas, canteiros de obras, edifícios de escritórios, hospitais, fazendas).

O EST deve obter informações detalhadas sobre os processos, operações e outras atividades específicas, a fim de identificar os agentes utilizados, como matérias-primas manuseadas ou acrescentadas no processo, produtos primários, intermediários, finais, produtos e subprodutos de reação.

Deve, também, identificar aditivos e catalisadores envolvidos no processo. Matéria-prima ou material adicionado que são identificados apenas pela sua denominação comercial deve ser avaliado com base na sua composição química.

O fabricante ou o fornecedor deve dar informações ou perfis toxicológicos. Isso porque alguns estágios de determinado processo podem exigir um sistema fechado, sem expor qualquer trabalhador.

Esses eventos devem ser registrados e exigem que sejam tomadas as precauções adequadas para evitar a exposição a agentes perigosos. Outros processos ocorrem em sistemas abertos, com ou sem ventilação localizada.

Nesse caso, uma descrição geral do sistema de ventilação, incluindo o sistema de ventilação localizada, deve ser facilitada. Sempre que possível, os riscos devem ser identificados durante o planejamento e a elaboração de novas instalações.

Padrões de exposição

As principais vias de exposição a agentes químicos e biológicos são inalação e absorção através da pele ou por ingestão acidental. O padrão de exposição depende da frequência de contato com os perigos, a intensidade da exposição e a vida útil do sistema/equipamento/dispositivo. Além disso, as tarefas que os trabalhadores executam devem ser sistematicamente examinadas. É importante não se limitar a estudar os manuais de trabalho, mas, também, o que realmente acontece no local de trabalho.

Exposição pode afetar diretamente os trabalhadores quando exercem o seu trabalho, ou de forma indireta, se eles estiverem localizados na mesma área que a fonte de exposição.

Pode ser necessário se concentrar primeiro nas tarefas mais perigosas, mesmo que a exposição seja de curta duração, não se esquecendo de tomar as mesmas precauções nas operações não rotineiras e intermitentes (p.e., manutenção, limpeza e mudanças nos ciclos de produção), assim como na variação das tarefas e nas situações de trabalho durante todo o ano.

Grandes empresas, dado o contigente de trabalhadores, dificilmente conseguem fazer identificação de perigo ou uma avaliação qualitativa de riscos para cada um deles. Daí o artifício estatístico de usar Grupo Homogêneo de Exposição – GHE, segundo o qual os trabalhadores que experimentam riscos semelhantes devem ser classificados no mesmo grupo de exposição. Diferenças entre as tarefas, técnicas, ciclos e duração de trabalho geram diferenças consideráveis na exposição e são fatores que devem ser considerados.

Demonstra-se que pessoas que trabalham ao ar livre ou em local sem ventilação localizada apresentam maior variabilidade de um dia para o outro, em comparação a grupos semelhantes que trabalham em locais fechados ou com ventilação localizada.

Para caracterizar os grupos com níveis semelhantes de exposição, se utilizam critérios de parecença (verossimilhança) ou de homogeneidade, tais como os processos de trabalho. Para esses processos, faz-se necessário considerar materiais/produtos/agentes usados ou tarefas diferentes incluídas na descrição de um trabalho, em vez da descrição do trabalho genérico.

Dentro de cada grupo, os trabalhadores potencialmente expostos devem ser classificados com base em agentes perigosos, as vias de exposição, os efeitos desses agentes de saúde, a frequência de contato com os perigos, a intensidade da exposição e sua duração.

Diferentes grupos de exposição devem ser classificados de acordo com agentes perigosos e a exposição estimada para determinar os trabalhadores submetidos aos maiores riscos.

Avaliação qualitativa dos perigos

A determinação dos efeitos que o produto químico, agentes físicos e biológicos presentes nos locais de trabalho, podem ter na saúde deve se basear numa avaliação dos estudos epidemiológicos, toxicológicos, clínicos e ambientais disponíveis.

Tais informações podem ser obtidas em revistas de saúde, em bancos de dados sobre a toxicidade e os efeitos na saúde e em publicações científicas e técnicas sobre o assunto. As fichas de segurança devem ser atualizadas, quando necessário. As fichas toxicológicas registram os percentuias de componentes perigosos junto ao identificador de *Chemical Abstracts Service*, número CAS.

Nessas orientações técnicas há informações sobre riscos à saúde, equipamentos de proteção, medidas preventivas, fabricante ou provedor etc. Em alguns casos, dados sobre os componentes são bastante rudimentares e necessitam ser complementados com informações mais detalhadas. Assim mesmo, devem-se estudar os dados derivados dos controles e dos registros de medições e registros.

Os trabalhadores devem ser classificados em grupos de acordo com a exposição e os efeitos na saúde desses agentes (p.e., a partir de efeitos leves para a saúde, com exposição baixa; para efeitos graves, exposição alta).

Os trabalhadores com escores de exposição mais altos serão tratados com prioridade. Antes de iniciar qualquer atividade preventiva, pode ser necessário empreender um programa de controle de exposição. Todos os resultados devem ser documentados e facilmente rastreáveis.

Nos inquéritos de higiene industrial podem ser considerados também os riscos para o ambiente externo como a poluição e o efeito estufa, ou efeitos sobre a camada de ozônio.

Reconhecimento inclui identificação do risco, porém com ele não se confunde. Reconhecimento consiste na identificação qualitativa dos riscos ambientais, onde houver um trabalhador, principais fontes geradoras, caracterização da exposição, medidas de controle, entre outros.

Em uma operação de corte de uma chapa metálica, o ruído e a poeira provenientes desse processo produtivo são considerados riscos físicos, enquanto que a presença de fungos na corrente do ar-condicionado desse mesmo ambiente é considerada risco biológico. Responda certo ou errado, e justifique.

Com o crescimento acelerado da indústria e o constante aumento do uso de energias, produtos químicos e microorganismos, cada vez mais o meio ambiente do trabalho se torna complexo e produz efeitos indesejáveis aos sistemas biológicos. As medidas preventivas, escopo básico do EST, são conhecidas como procedimentos de controle ou monitoramento ambiental.

O monitoramento ambiental visa determinar os níveis de concentração e intensidade dos agentes no ambiente para avaliar uma exposição potencial. Assim, com base no conhecimento é possível evitar que a contaminação atinja níveis perigosos.

Desse modo, pode-se definir monitoramento ambiental como: a medida e a avaliação, qualitativa e quantitativa, de agentes químicos, físicos ou biológicos, para estimar a exposição ambiental e o risco à saúde, comparando os resultados com referências apropriadas.

Vigilância dos riscos e métodos de pesquisa

A vigilância do ambiente de trabalho é feito por meio de programas ativos para prever, observar, medir, avaliar e controlar riscos potenciais à saúde do trabalhador. Vigilância muitas vezes requer a participação de uma equipe multidisciplinar, porém nunca sem a presença de um EST. Dependendo do ambiente de trabalho e do problema que surge, podem-se usar três métodos de vigilância: médica, ambiental e biológica.

A vigilância médica é usada para detectar a presença ou ausência de efeitos nocivos da saúde em um indivíduo como resultado da exposição aos contaminantes, mediante explorações médicas e provas biológicas.

A vigilância ambiental é utilizada para documentar a potencial exposição aos contaminantes, a partir de um grupo de trabalhadores, por meio da medição da concentração de poluentes no ar, em amostras de materiais a granel e nas superfícies.

A vigilância biológica é utilizada para documentar a absorção de poluentes por parte do organismo e correlacioná-la com níveis de contaminantes de origem ambiental, medindo a concentração de substâncias perigosas ou os seus metabólitos no sangue, urina ou respiração dos trabalhadores.

Vias de exposição

A mera presença de poluentes no ambiente de trabalho não determina a existência de exposição significativa do trabalhador,mas . O que determina é a presença do agente combinada ao contato com o corpo humano de forma a produzir um efeito nocivo à saúde.

Se o agente é isolado em um ambiente fechado ou é capturado por um sistema de ventilação localizada, o potencial de exposição será pequeno, independentemente da característica de toxicidade da química. A via de exposição pode influenciar o tipo de inspeções realizadas e o risco potencial.

No caso de agentes químicos e biológicos, os trabalhadores podem ser expostos por inalação, contato com a pele, ingestão e injeção. As vias mais comuns de absorção no ambiente de trabalho são o trato respiratório e a pele.

Para avaliar a inalação, o EST-higienista industrial deve observar a possibilidade de as substâncias químicas serem suspensas no ar como gases, vapores, poeira, fumaça ou neblina. Absorção de substâncias químicas através da pele é importante, especialmente quando há contato direto por pulverizador, respingo, umedecimento ou imersão com hidrocarbonetos lipossolúveis e outros solventes orgânicos.

A imersão inclui o contato: do corpo com a roupa contaminada; das mãos com luvas contaminadas; e, mão e braço com granéis líquidos. No caso de algumas substâncias, tais como aminas e fenóis, de absorção por meio da pele, pode ser tão rápido como a absorção através dos pulmões.

Para alguns poluentes, como pesticidas e corantes derivados a partir de benzidina, a absorção através da pele é a principal via de entrada para organismo, enquanto que a inalação é uma rota secundária.

Essas substâncias químicas podem facilmente penetrar no organismo através da pele, acumular-se e causar danos sistêmicos. Quando reações alérgicas ou sucessivas lava-seca racham a pele, aumenta drasticamente o número e o tipo de substâncias químicas que podem ser absorvidas pelo corpo por essa via.

A ingestão, uma forma incomum de absorção de gases e vapores, pode ser importante para partículas como chumbo. A ingestão pode ocorrer ao comer alimentos contaminados, comer ou fumar com as mãos contaminadas e tossir e, em seguida, engolir partículas exaladas.

A injeção de materiais diretamente no fluxo de sangue ocorre, por exemplo, quando os trabalhadores da saúde acidentalmente puncionam a pele com agulhas hipodérmicas ou quando as fontes de alta pressão libertam projéteis de alta velocidade contra a pele. Pistolas de pintura e bomba hidráulica têm pressão alta o suficiente para perfurar a pele e introduzir substâncias diretamente no organismo.

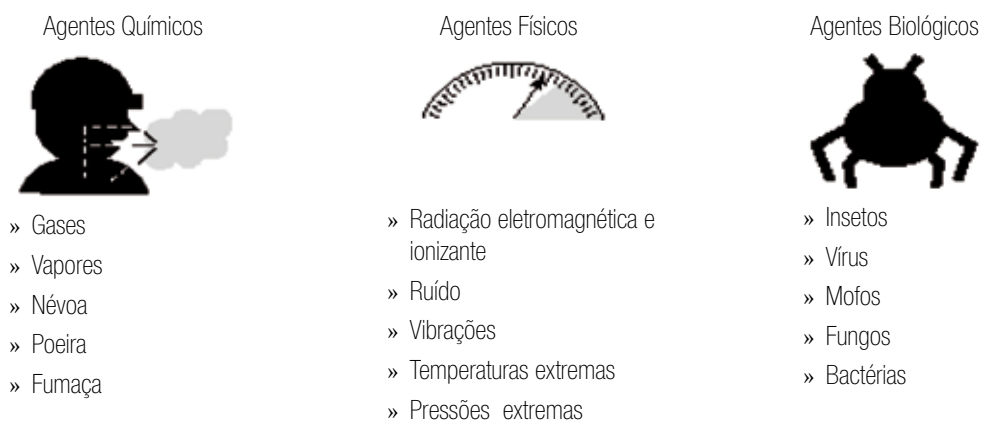



Figura 5. Adaptado de: Apostilado da enciclopédia da OIT – <www.ilo.org>

AEROSSOL ou AERODISPERSOIDE: É um termo bastante amplo, usado para uma suspensão de partículas sólidas ou líquidas, finamente divididas, dispersas em um gás. O diâmetro dessas partículas de tamanho reduzido pode variar de 0,001 mícron a 100 micra.

MíCRON: É uma divisão do metro. Um microm é um metro dividido em um milhão de partes (10^{-6}). Curiosidade: A menor partícula visível ao olho humano mede, aproximadamente, 0,1 milímetro, ou seja, é um metro dividido por mil partes (10^{-3}).

MICRA: É o plural do mícron. **SÍMBOLO:**Letra grega mí + m (**µm**)

Inspeção de campo (Meio Ambiente do Trabalho)

O propósito da inspeção de campo, chamada de verificação física, é coletar informações sistematicamente para julgar se existe uma situação potencialmente perigosa e se é necessário realizar medições. Serve para o EST-higienista industrial observar o meio ambiente do trabalho.

O EST-higienista industrial começa a inspeção com uma reunião inicial em que podem assistir os representantes patronais, os trabalhadores, os supervisores e os representantes sindicais. O EST pode influenciar grandemente no sucesso do estudo e em qualquer medição posterior, criando uma equipe de pessoas que se comunica livre e honestamente e compreende o objetivo e o âmbito da inspeção.

Os trabalhadores devem participar e serem informados sobre a inspeção desde o início para que a cooperação presida a investigação, e não o medo. Na reunião, são solicitados diagramas de processo, desenhos de fábrica, relatórios sobre as inspeções ambientais realizadas nos últimos horários, produção, programas de manutenção, informações sobre os equipamentos, sobre proteção pessoal e estatísticas, sobre o número de trabalhadores, turnos e reclamações de saúde.

Todos os materiais perigosos utilizados e produzidos nas operações são identificados e quantificados. Elabora-se um inventário com as substâncias químicas, produtos, subprodutos, produtos intermediários e impurezas e todos os registros materiais são consultados nas fichas toxicológicas.

Anotam-se os dados e os calendários dos programas de manutenção, que incluem idade dos equipamentos e o seu estado de conservação. O uso de equipamento antigo sem manutenção pode aumentar as exposições.

Após a reunião, o EST-higienista industrial realiza uma inspeção visual do meio ambiente do trabalho, observando as operações e métodos de trabalho, com o objetivo de identificar contaminantes potenciais, avaliar o potencial de exposição, identificar a via de exposição e estimar sua duração e frequência. Como guia de inspeção, seguem algumas perguntas, conforme sugere o ícone a seguir.

Perguntas condutoras da inspeção do meio ambiente do trabalho

a. Qual é a localização dos trabalhadores em relação às fontes de exposição potencial, incluindo pessoal, equipamento e processos?

b. Os trabalhadores saem das instalações/locais durante o dia ou permanecem durante a jornada de trabalho?

c. O que é uso, localização e manutenção de sistemas de ventilação geral e localizada?

d. Quais são as quantidades médias diárias de materiais utilizados nos processos?

e. Quais são os padrões de limpeza? Mantêm-se os trapos, restos de solvente em recipientes abertos em que a evaporação pode criar exposições? Há sinais visíveis de poeira? Como é feito para lidar com derramamentos e qual é o tratamento que recebem os resíduos?

f. Os trabalhadores voltam para casa com a roupa contaminada?

g. Como são armazenados os produtos químicos?

h. É possível evacuar resíduos químicos de forma adequada?

i. Há excesso de ruído? É necessário falar alto ou gritar para ser compreendido?

j. Existe a possibilidade de que as substâncias liberadas na atmosfera sejam perigosas? Será que eles geram processos vapor por evaporação aberta, aquecimento, secagem e nebulização, ou geram partículas suspensas na corrente de ar devido britagem, moagem, lixamento, soldagem, varredura ou limpeza com jato de areia?

k. Existe uma possibilidade de absorção pela pele? A pele dos trabalhadores fica em contato direto com os solventes? Pode ser contaminada por dentro das luvas?

Existe contaminação visual de superfícies nas quais os trabalhadores passam as mãos e os braços?

l. Os trabalhadores comem, bebem ou fumam nas áreas contaminadas?

m. Os trabalhadores queixam-se de efeitos adversos à saúde(Dores de cabeça, fadiga, irritação dos olhos, do trato respiratório ou pele)?

Além das perguntas listadas, outras devem ser feitas, para tornar claro o que nem sempre é óbvio, como, por exemplo:

a. Tarefas não rotineiras e calendário de atividades manutenção e limpeza.

b. As recentes mudanças e substituições de processos químicos.

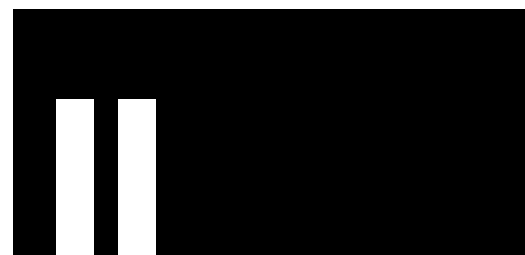
c. Recentes mudanças físicas no ambiente de trabalho.

d. Alterações nas funções do trabalho.

e. As inovações recentes e reparos.

As tarefas não rotineiras podem produzir grandes exposições de pico para substâncias químicas, que são difíceis de prever e medir durante um dia normal de trabalho. Alterações nos processos e substituições químicas podem alterar a emissão de substâncias para a atmosfera e influenciar a exposição.

As mudanças no leiaute de uma área de trabalho pode alterar a eficiência de um sistema de ventilação. Alterações nas funções do empregado podem determinar que algumas tarefas sejam executadas por trabalhadores inexperientes sob condições de maior exposição. Reformas e reparos podem fazer adentrar novos materiais e compostos que liberam substâncias químicas, voláteis ou irritantes.

UNIDADE III
ESTRATÉGIAS DE
AMOSTRAGEM E MEDIÇÃO

CAPÍTULO 4

Estratégia de amostragem

Uma estratégia para a amostragem ambiental e biológica é um procedimento para as medições de exposição com um alvo concreto. A estratégia cuidadosamente projetada pode efetiva e eficazmente, do ponto de vista científico, aproveitar ao máximo o número de amostras, e ter bons resultados com relação ao custo, classificando as necessidades por ordem de prioridade.

O objetivo da estratégia de amostragem orienta as decisões referentes ao que deve ser amostrado (seleção de agentes químicos); onde as amostras devem ser tomadas (área, pessoal ou fonte); quem deve ser amostrado (o trabalhador ou grupo de trabalhadores); duração da amostragem (em tempo real ou integrado); quantas vezes as amostras devem ser tomadas (quantos dias); quantas amostras devem ser tomadas e como a amostragem deve ser realizada (método analítico).

Tradicionalmente, amostras colhidas para efeitos de fiscalização e regulação consistem em breves campanhas (um ou dois dias) que se concentram nas piores exposições.

Essa estratégia exige uma despesa mínima de recursos e de tempo, porém produz pouca informação e tem aplicação limitada para fins prevencionistas voltados às exposições a longo prazo. Para avaliar as exposições crônicas de uma maneira útil à vigilância médica e biológica, e principalmente para estudos epidemiológicos, as estratégias de amostragem devem fornecer repetição da amostragem ao longo do tempo em um grande número trabalhador.

Finalidade

O objetivo das estratégias de amostragens ambientais e biológicas é avaliar a exposição dos trabalhadores ou avaliar as fontes contaminantes. O controle dos trabalhadores se realiza para:

» avaliar as exposições individuais, crônicas, tóxicas e agudas;

» responder às queixas dos trabalhadores relacionadas com a saúde e odores;

» definir a linha de base do programa de controle de exposição por um longo prazo;

» determinar se exposições atendem às regulamentações governamentais;

» avaliar a eficácia dos controles de engenharia ou processos;

» avaliar exposições agudas para situações de emergência;

- » avaliar exposições nos depósitos de resíduos perigosos;
- » avaliar a influência das práticas de trabalho na exposição;
- » avaliar a exposição para diferentes tarefas;
- » investigar doenças crônicas, tais como envenenamento por chumbo ou mercúrio;
- » investigar a relação entre a exposição e doenças em formação;
- » realizar um estudo epidemiológico.

O controle das fontese da atmosfera ambiental é realizado para:

- » estabelecer a necessidade de controles de engenharia, tais como sistemas locais de exaustão de ventilação e gabinetes;
- » avaliar o impacto das mudanças no equipamento ou processos;
- » avaliar a eficácia dos controles de engenharia ou processos;
- » avaliar as emissões dos equipamentos ou processos;
- » avaliar a conformidade com os requisitos regulamentares, uma vez implementadas ações corretivas (atentar para banimento de situaçoes que envolvam, por exemplo, amianto e jato de areia);
- » responder às reclamações sobre o ar interior, doenças correlatas e odores;
- » avaliar as emissões em áreas com resíduos perigosos;
- » investigar uma resposta de emergência;
- » realizar um estudo epidemiológico.

Quando se executa o controle dos trabalhadores, a tomada de amostras de ar fornece medidas estimadas de doses resultantes a partir da exposição por inalação. O controle biológico fornece a dose real que penetra no corpo através de todas as rotas de absorção: inalação, ingestão, injeção e contato com a pele. É por isso que, para estimação da carga corporal total e dose pessoal, o controle biológico apresenta maior precisão e acurácia que o controle atmosférico.

Quando se sabe a relação entre a exposição atmosférica e a dose interna, o controle biológico pode ser usado para avaliar exposições crônicas, passadas e presentes.

Objetivos do Controle Biológico

a. Avaliar as exposições por ingestão e absorção da pele, comparando a dose do corpo com os resultados da amostragem de ar. Uma alta correlação entre a concentração no ambiente de substâncias químicas e a concentração em medições biológicas poderia indicar que essa inalação é a única forma de absorção.

b. Estimar carga corpórea para efeitos de vigilância médica.

c. Investigar queixas de trabalhadores que não são justificadas de acordo com as medições ambientais. Se o controle biológico indica altas concentrações, pode ser pela exposição a substâncias químicas de maneiras diferentes por inalação.

d. Avaliar a eficácia de proteção pessoal como luvas ou equipamento de proteção respiratório e as consequências das práticas de trabalho. Proteção respiratória inadequada pode levar à presença de produtos químicos ou de seus metabólitos em fluidos corporais. Se as práticas de trabalho ou de proteção da pele são inadequadas, medições biológicas podem ser maiores do que o esperado, por comparação com a concentração no ambiente de substâncias químicas.

e. Avaliar a influência de fontes não presentes no local de trabalho. Os trabalhadores podem ser expostos a substâncias químicas similares fora do local de trabalho, que levaria a maior do que o esperado nos resultados da amostragem biológica. Níveis mais altos de monóxido de carbono no sangue foram relatados em trabalhadores usando cloreto de metileno para ataque pela pintura de mobiliário. Uma avaliação da exposição retrospectiva evidenciou que substâncias químicas, tais como chumbo e bifenilos policlorados, permanecerão no corpo muito tempo após exposição.

f. Verificar a conformidade com os limites biológicos de exposição recomendados ou obrigatórios.

O controle biológico tem suas limitações e deve ser utilizado somente se os objetivos não puderem ser alcançados apenas com controle atmosférico. Trata-se de um procedimento invasivo que requer a coleta de amostras diretamente dos trabalhadores. As amostras de sangue geralmente constituem o controle do meio biológico mais útil, no entanto, apenas deve extrair o sangue quando descartados outros exames não invasivos, tal como urina ou ar expirado.

No caso da maioria das substâncias químicas industriais, não há nenhum dado sobre a trajetória dessas substâncias absorvidas pelo corpo. Os que existem são incompletos. Por conseguinte, só se dispõe de um número limitado de métodos analíticos de medição e muitos deles não são sensíveis, nem específicos.

Os resultados de controles biológicos podem variar consideravelmente entre as pessoas expostas às mesmas concentrações de substâncias químicas atmosféricas. A idade, estado de saúde, peso, estado nutricional, consumo de drogas e álcool, tabagismo, medicamentos e gravidez podem influenciar a absorção, distribuição, metabolismo e eliminação de substâncias químicas.

O que deve ser amostrado?

Os ambientes do trabalho expõem os trabalhadores a vários contaminantes. Agentes químicos são avaliados, individual e coletivamente, considerando ataques múltiplos e simultâneos aos trabalhadores. Os agentes químicos podem agir de forma independente dentro do organismo ou interagir de maneira a potencializar seu efeito tóxico. A questão do *que deve ser medido* e *como interpretar os resultados* depende do mecanismo de ação biológica dos agentes quando encontrado no interior do organismo.

Os agentes podem ser avaliados separadamente se eles atuam de forma independente em diferentes sistemas orgânicos, como um irritante para os olhos e uma neurotoxina. Se eles agem no mesmo sistema orgânico, como seria o caso de dois agentes irritantes de respiração, o seu efeito combinado é importante. Se o efeito tóxico da mistura é igual à soma dos efeitos de cada um dos componentes separadamente diz-se haver um efeito aditivo.

Se o efeito tóxico da mistura é maior do que a soma dos efeitos de cada agente separadamente, o efeito combinado é descrito como sinérgico. Exposição ao fumo de tabaco e inalação de fibras de amianto causam um risco de câncer de pulmão muito mais do que um efeito aditivo simples. Colher amostras de todas as substâncias químicas ambientais seria caro e nem sempre é útil. O EST-higienista deve priorizar a lista de potenciais agentes, de acordo com o risco, para determinar quais os agentes prioritários.

- » Os fatores considerados para a classificação de substâncias químicas são:
- » efeito independente, aditivo ou sinérgico dos agentes,
- » toxicidade inerente do produto químico,
- » quantidades utilizadas e geradas,
- » número de pessoas potencialmente expostas,
- » duração prevista e concentração de exposição,

» dependência de controles de engenharia,

» mudanças previstas em processos ou controles,

» limites e diretrizes de exposição ocupacional.

Onde as amostras devem ser tomadas?

Para obter a melhor estimativa da exposição dos empregados, amostras de ar na zona de respiração do trabalhador (um raio de 30 centímetros da cabeça) devem ser realizadas (amostras pessoais). O instrumento de amostra é colocado diretamente sobre o trabalhador pelo tempo que durar a amostragem.

Se as amostras são tomadas perto do trabalhador, mas fora da zona de respiração, têm-se as chamadas de amostras ambientais, que tendem a subestimar as exposições pessoais, por isso não fornecem uma boa estimativa da exposição à inalação.

Sem embargo, essas amostras são úteis para avaliar as fontes e níveis ambientais de poluentes. As amostras ambientais são coletadas mediante instrumento portátil ou com estações fixas de amostragem.

O que você entende por:

a. efeito aditivo e efeito sinergético?

b. amostra pessoal e amostra ambiental?

c. controle ambiental e biológico?

Quem deve ser amostrado?

Para avaliar a exposição ocupacional, o ideal é que se tomem amostras por trabalhador, durante muitos dias, ao longo um período de semanas ou meses. No entanto, não se podem fazer amostras para todos os trabalhadores, a menos que o ambiente do trabalho seja pequeno (menos de 10 empregados).

Para reduzir o ônus da amostragem, em termos de custo e equipamentos, e aumentar a eficácia do programa, as amostras são tomadas em subconjunto de trabalhadores no local de trabalho, cujos resultados são extrapolados para a população que contém esse subconjunto (população-alvo).

Para selecionar os trabalhadores que são representativos da população-alvo, estratificam-se os trabalhadores em grupos com as mesmas exposições teóricas, chamados de grupos homogêneos de exposição (GHE). Uma vez formado, seleciona-se aleatoriamente para a amostragem um subconjunto dos trabalhadores em cada GHE.

Os métodos para determinar o tamanho adequado das amostras pressupõe uma distribuição lognormal de exposições, uma exposição média estimada e um desvio-padrão geométrico de 2,2 a 2,5. Os dados

obtidos a partir de amostragem anterior podem permitir a utilização de um desvio-geométrico de menor significância.

Para classificar os trabalhadores em GHE diferentes, o EST deve observá-los quanto às atividades e tarefas e fazer uma previsão qualitativa de exposição.

Aplicam-se diferentes critérios para formar o GHE de trabalhadores. Para isso, é necessário definir a variável de homogeneização (critério de parecença) que os une ou os tornam parecidos em termos de exposição. Isso tem a ver diretamente com a presunção de exposição. Qualquer um dos trabalhadores do GHE está exposto (concentração, intensidade e tempo) como qualquer outro do mesmo GHE. Por exemplo, quando se utiliza a área de trabalho como critério de semelhança, o método de homogeneização é chamado de zoneamento. A Figura 6 indica algumas variáveis possíveis.

• Los trabajadores realizan las mismas tareas.	• Los trabajadores tienen pautas similares de movilidad en el área de trabajo	• Los trabajadores están expuestos a las mismas sustancias peligrosas
• Las tareas requieren los mismos mecanismos generadores de exposiciones a sustancias peligrosas	• La proximidad de los trabajadores a las fuentes contaminantes es similar	• Los trabajadores comparten la misma zona física de trabajo, incluidos la ventilación, la corriente de aire y los controles técnicos

Figura 6. Possíveis variáveis homogeneadoras para elaboração de Grupo Homogêneo de Exposição – GHE

Quando os agentes, fatores químicos e biológicos, se encontram em suspensão na atmosfera podem ter padrões de concentração, espacial e temporal, complexos e imprevisíveis no meio ambiente de trabalho.

Portanto, a proximidade da fonte para o trabalhador nem sempre é o melhor indicador de semelhança de exposição. As medições da exposição realizadas em trabalhadores com exposições teóricas semelhantes podem mostrar uma variação maior do que o esperado.

Nesses casos, os grupos de exposição são reconstruídos em subconjuntos menores de trabalhadores e a amostragem deve continuar até que se prove que os trabalhadores designados em cada grupo realmente possuam exposições similares.

A exposição pode ser estimada para todos os trabalhadores, independentemente de seu posto ou risco; ou apenas para os trabalhadores que são, em princípio, mais expostos – isso é chamado de “pior caso de amostragem”. A seleção de trabalhadores para a amostragem de pior caso pode se basear em critérios de produção, de proximidade à fonte, de dados de amostragem anterior, inventário e de toxicidade química.

O método do pior caso é usado para fins de regulamentação e não fornece uma medida de longo prazo de exposição média ou a variabilidade de um dia para outro. Amostragem em função da tarefa requer a seleção de trabalhadores com tarefas semelhantes que não se realizam diariamente. Existem muitos fatores que influenciam a exposição e podem afetar o sucesso da classificação de GHE.

Cuidados na eleição de um GHE

1. Os diferentes trabalhadores quase nunca fazem o mesmo trabalho, embora a descrição seja a mesma; e, raramente, sofrem as mesmas exposições.
2. As formas de trabalhar de desempregados podem fazer com que a exposição varie significativamente.
3. Os trabalhadores que se deslocam em toda a área de trabalho podem ser expostos de forma imprevisível a diferentes fontes poluentes, durante um dia de trabalho.
4. As correntes de ar no local de trabalho podem aumentar exposições tão imprevisíveis de trabalhadores localizados a uma distância considerável a partir de uma fonte.
5. Exposições podem estar condicionadas, não pelas tarefas, mas pelo meio ambiente de trabalho.

Duração da amostragem

A concentração de agentes químicos em amostras ambientais pode ser medida diretamente no local de trabalho, obtendo-se resultados imediatos (em tempo real) ou podem ser coletadas amostras em diferentes meios de amostragem ou saco de amostra, em momentos diferentes, que são analisados mais tarde, em um laboratório (amostragem integrada).

A vantagem da amostragem em tempo real é a possibilidade de, rapidamente, fazer medições de curto prazo para exposições agudas (*TLV*®-STEL). No entanto, os métodos em tempo real são limitados, pois nem sempre há sensibilidade analítica e precisão suficientes para quantificar poluentes estudados.

A amostragem em tempo real não pode ser aplicável quando se está interessado em exposições crônicas ou quando se necessita de medidas de média ponderada no tempo (*TLV*®-TWA) para comparação com o LEO. A amostragem em tempo real é usada para realizar avaliações de emergência, permitindo estimações brutas de concentração, para detectar vazamentos, monitorar a atmosfera ambiente e a fonte, avaliar os controles de engenharia, controlar exposições de curto prazo (duração inferior a 15 minutos), episódicas, de substâncias altamente tóxicas (monóxido de carbono), bem como as misturas explosivas e processos.

Métodos de amostragem em tempo real podem detectar a evolução das concentrações com tempo e imediatamente fornecer informações qualitativas e quantitativas. A amostragem ambiental integrada é frequentemente realizada para controles pessoais ou amostra de comparação em área de concentrações do Limite de Exposição Ocupacional – LEO, médios ponderados ao longo do tempo.

As vantagens de amostragem integrada são a disponibilidade de métodos para uma ampla variedade de poluentes; a sua utilidade para identificar substâncias desconhecidas, a sua alta precisão e especificidade, bem como a capacidade de detecção de valores normalmente são muito baixos.

As amostras integradas, analisadas em um laboratório, deve conter a poluição suficiente para sensibilizar a detecção mínima analítica. Consequentemente, as amostras são tomadas por um período previamente estabelecido. Além dos requisitos analíticos a serem cumpridos por um método, a duração da amostragem deve corresponder aos seus objetivos.

A duração da amostragem, a partir de uma fonte, depende da duração do processo ou do ciclo, ou dos momentos que se esperam as concentrações de pico. Para a amostragem dos picos, as amostras são tomadas a intervalos regulares, durante o dia todo, para minimizar o desvio e identificar picos inesperados.

O período de amostragem deve ser suficientemente curto para identificar os picos, porém, deve refletir o período real de exposição. A duração da amostragem pessoal depende do LEO.

Métodos de amostragem em tempo real são usados para avaliar exposições agudas a substâncias irritantes químicas e asfixiantes, sensibilizadores e alérgenos. O cloro, monóxido de carbono e sulfureto de hidrogênio são algumas substâncias químicas que podem exercer seus efeitos de forma rápida e em concentrações relativamente baixas.

Ao estudar agentes de doenças crônicas – como o chumbo e o mercúrio, as amostras frequentemente tomadas durante um turno completo (sete horas ou mais por amostra) – utilizam-se métodos de amostragem integrados.

Para avaliar as exposições durante um turno inteiro é usada uma única amostra ou uma série de amostras consecutivas que abrange todo o turno. A duração da amostragem para exposições que ocorrem por menos tempo que um turno inteiro é geralmente associada a certas tarefas ou processos. A construção e manutenção de edifícios e de estradas são alguns postos de trabalho onde a exposição está ligada a tarefas.

Quantas amostras devem ser tomadas e com que frequência?

A concentração de poluentes pode variar de um minuto a outro ou de uma estação a outra, além de haver variabilidade entre pessoas e, até mesmo na própria pessoa.

A variabilidade de exposição influencia tanto o número de amostras como a precisão dos resultados. As variações sobre a exposição podem ocorrer devido às diferenças nas práticas de trabalho: mudanças na emissão de poluentes, volume de substâncias químicas utilizadas, quotas de produção, ventilação, mudanças de temperatura, mobilidade dos trabalhadores e atribuição de tarefas.

As campanhas de amostragem realizadas por um par de dias ao ano não são representativas da exposição. O período de amostragem é muito curto em comparação ao período em que não há amostragem. Assim, o EST tem que extrapolar para o segundo os resultados obtidos durante o primeiro período. Isso, sem dúvida, precariza ou inviabiliza suas conclusões.

Para controlar a exposição a longo prazo, devem-se tomar amostras repetidas durante várias semanas ou meses, por empregado selecionado, a partir de um GHE, considerando todos os turnos Embora seja possível que, durante o dia, ocorra um aumento da atividade, a supervisão durante o turno da noite pode ser mais baixa e, consequentemente, é comum mais negligência nas práticas de trabalho.

CAPÍTULO 5

Técnicas de medição – amostragem ativa e passiva

Os poluentes são recolhidos por instrumentos de amostragem, seja extraindo uma amostra de ar através do meio (ativa) ou permitindo que o ar alcance o meio (passiva). A amostragem ativa é realizada com uma bomba, alimentada por baterias, enquanto a passiva é realizada fazendo com que os contaminantes atinjam os meios de amostragem por difusão ou gravidade.

No caso de gases e vapores, a concentração é expressa em partes por milhão (ppm) ou mg/m^3 e, no caso das partículas em suspensão, é expressa em mg/m^3. Na amostragem integrada, as bombas usadas para fazer as amostras de ar são um elemento fundamental do sistema de amostragem, pois para calcular a concentração é necessário conhecer o volume de ar amostrado. As bombas são selecionadas em função da velocidade do fluxo desejada e da facilidade de sua manutenção e calibração, tamanho, custo e adequação para ambientes perigosos.

O principal critério de seleção é a velocidade de fluxo:

- » as bombas de fluxo lento (0,5 a 500 ml / min) são usadas para amostra de gases e vapores;
- » as bombas de fluxo elevado (500 a 4.500 ml / min) são utilizadas para amostras de material particulado, bioaerossóis, gases e vapores.

Para que os volumes de amostra sejam exatos, as bombas devem ser calibradas com exatidão. A calibração se realiza utilizando padrões primários, tais como medidores eletrônicos ou manuais a bolhas de sabão, que medem diretamente o volume; ou padrões secundários, como medidores úmidos, os gasômetros secos e rotâmetros de precisão, que são calibrados de acordo com métodos primários.

Os gases, os vapores, as partículas em suspensão e os bioaerossóis são coletados por meio de métodos ativos de amostragem; os gases e os vapores podem igualmente ser recolhidos por amostragem passiva por difusão. No caso de gases, vapores e a maioria das partículas suspensas, em seguida à tomada da amostra, mede a massa, ou seja, a concentração dos poluentes (calculada dividindo a massa pelo volume de ar amostrado).

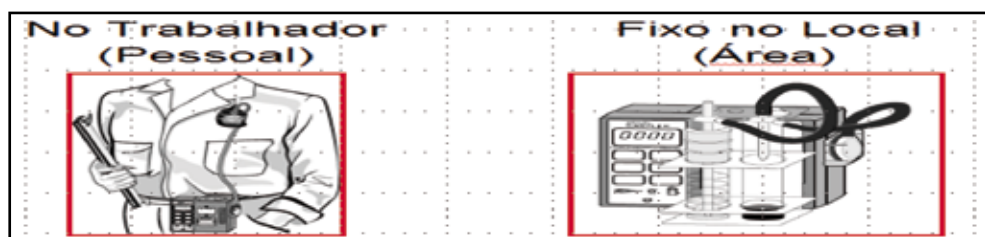



Figura 7. Posição de amostrador (pessoal ou de área)

A Fundacentro, por meio da norma NHO 07 – Calibração de Bombas de Amostragem Individual pelo Método da Bolha de Sabão, descreveu todo o processo de como se obter uma vazão correta do instrumento a ser utilizado nas coletas de material particulado. Existem, também, no mercado atual, calibradores eletrônicos, classificados como calibradores de padrão primário de vazão, que calibram bombas de amostragem individual pelo método da bolha de sabão. Os resultados são obtidos por meio de leituras diretas, em unidades de vazão, volume por minuto.

Figura 8. *Impinger* com suporte acoplado, bomba de amostragem com calibrador e medidor de fluxo.

Em calibrações realizadas pelo método de bolha de sabão ou por calibradores portáteis, o uso de adaptadores ou quaisquer outros dispositivos de coleta, como *impingers* ou separadores de partículas, precedendo o filtro, pode acarretar um aumento de perda de carga no sistema, podendo afetar o resultado da calibração se não forem incluídos no "trem de calibração".

Gases e vapores: meios de amostragem

Gases e vapores são coletados utilizando tubos adsorventes sólidos porosos, borbulhador (*impingers*), detectores passivos e sacos. Tubos adsorventes são tubos de vidro ocos, preenchidos com um número de substâncias granulares sólidas que podem adsorver as substâncias químicas inalteradas em sua superfície.

Figura 9: Tubos adsorventes sólidos porosos, borbulhador (*impingers*) para amostragem de gases e vapores.

Os adsorventes sólidos são específicos para certos grupos de compostos; os comumente usados são carvão vegetal, gel de sílica e Tenax. O adsorvente de carvão vegetal, um carbono amorfo, carece de polaridade elétrica e adsorve, de preferência, gases e vapores orgânicos.

O gel de sílica (sílica amorfa) é usado para coletar compostos orgânicos polares, aminas e alguns compostos inorgânicos. Devido à sua afinidade para os compostos polares, adsorve o vapor de água; portanto, quando a umidade é elevada, a água pode deslocar substâncias químicas menos polares do gel de sílica. O Tenax, um polímero poroso, é usado para obter amostras de compostos orgânicos voláteis que estão presentes em concentrações muito baixas.

A capacidade de executar tomadas precisas de poluentes atmosféricos e evitar a sua perda depende da frequência de amostragem, volume de amostras, volatilidade, concentração de poluentes atmosféricos.

A eficácia da coleta de adsorventes sólidos pode ser prejudicada pelo aumento na velocidade do fluxo, da temperatura, da umidade, da concentração, do tamanho das partículas de adsorvente e da variedade de substâncias químicas.

Ao reduzir a eficácia da coleta, são perdidas substâncias químicas durante a amostragem e concentrações são subestimadas. Para detectar a perda ou a decomposição de substâncias químicas, tubos com adsorventes sólidos têm duas seções granulares por um *plug* espuma.

A parte dianteira é usada para coletar amostras e a parte de trás é usada para determinar a decomposição. É considerado que tenha ocorrido decomposição quando pelo menos 20 a 25% do contaminante aparecem na seção posterior do tubo. Análise de contaminantes nos adsorventes sólidos requer a extração de contaminante do meio utilizando um solvente.

Para cada lote com tubos adsorventes e substâncias químicas recolhidas, o laboratório deve determinar a eficácia da dessorção (inverso da adsorção), ou seja, a eficácia da remoção de substâncias químicas do adsorvente através de uma ação de solvente. No caso do carvão vegetal e do gel de sílica, o solvente mais utilizado é o dissulfureto de carbono. No caso de Tenax, as substâncias químicas são extraídas através de dessorção térmica diretamente em um cromatógrafo de fase-gasosa.

Os borbulhadores (*impingers*) são geralmente frascos de vidro com um tubo de entrada que permite ao ar fresco atravessar uma solução em que recolhe os gases e vapores por absorção, dissolução, se dissolvendo sem câmbios ou reação química.

Os borbulhadores são usados cada vez menos para controlar o local de trabalho, especialmente para a tomada de amostras de pessoal, porque podem quebrar e derramar sobre o empregado. Existem diferente tipos de borbulhadores, como garrafas lava-gases, frascos de absorção na espiral, colunas de vidro, e borbulhadores de placa de vidro sinterizado.

Todos os borbulhadores podem ser usados para coletar amostra de área. O pêndulo mais utilizado é o miniborbulhador (*midget-impinger*), que também pode ser usado para tirar amostras de pessoas.

Os detectores passivos ou por difusão são pequenos, não contêm peças que se deslocam e são usados para obter amostras de ambos os poluentes, orgânicos e inorgânicos. A maioria dos detectores de compostos orgânicos utiliza carvão vegetal ativado como meio para coletar a amostra. Em teoria, qualquer composto

que pode ser amostrado, utilizando um tubo com carvão vegetal adsorvente e uma bomba, poderá sê--lo usando um detector de amostragem passiva. Esses detectores têm uma geometria desenhada para alcançar uma velocidade de amostragem efetiva.

Definições e unidades de conversão

Partes por milhão (ppm) = 1cm³ de ar contaminado dentro de 1m³ de ar.
$ppm = \frac{1\ cm3}{1\ m3} = \frac{1\ cm3}{1.000.000\ cm3}$
A concentração de um gás ou vapor pode ser expressa em peso/volume (mg/m³), volume/volume (ppm) e peso/peso (%). A unidade Ppm representa o volume do aerodispersoíde presente (gás ou vapor) por um determinado volume total de ar contaminado, adequada para aerodispersoídes líquidos ou gasosos como vapores, névoa, neblina ou gases. A unidade (% porcentagem) representa a massa ou volume do contaminante por massa ou volume total do ar contaminado, adequada para aerodispersoídes gasosos no ambiente como oxigênio.
$ppm = \frac{24.45\ x\ mg/m^3}{PM}$ Onde PM = Peso Molecular
Va=Q x T_a .Volume amostrado-V_a (m³),Tempo de amostragem -T_a (min). Vazão (l/min).
$Va = \frac{Q\ x\ Ta}{1000}$

Conversão de unidades ppm x mg/m³

1. Transformar 10 ppm de Benzeno (C6H6) em mg/m³.Dados: Peso atômico C= 12g/mol e H= 1g/mol.
2. Transformar 130 mg/m³ de CO2 para ppm. Dados: Peso atômico C = 12 g/mol e O = 16 g/mol
3. Transformar 39 ppm de CO em mg/m³.Dados: Peso atômico C = 12 g/mol e O = 16 g/mol
4. O ar puro tem 21% de O2. Qual é o valor em ppm?

A amostragem começa através da remoção da tampa do detector e termina quando ela retorna à sede. A maioria dos detectores de difusão são suficientemente precisos para determinar exposições médias ponderadas ao longo de oito horas, mas não são adequados para exposição de curta duração. Saco de amostra pode ser usado para coletar amostras de amostragem integrada de gás e vapores.

Suas propriedades de permeabilidade e adsorção podem preservar as amostras para um dia com um mínimo de perda. Os sacos são de Teflon (politetrafluoretileno) e Tedlar (fluoreto de polivinil).

Meios de amostragem – material particulado

A amostragem do local de trabalho para detectar partículas (aerossóis) está em franca evolução. Há tendência de substituir os métodos tradicionais de amostragem pela seletiva granulométrica. Primeiro os métodos tradicionais, em seguida os métodos de amostragem de granulométrica.

Os meios mais utilizados para coletar aerossóis são os filtros de fibra ou de membrana. A apreensão de aerossóis, a partir do fluxo de ar, é produzida por colisão e adesão de partículas para a superfície de filtro.

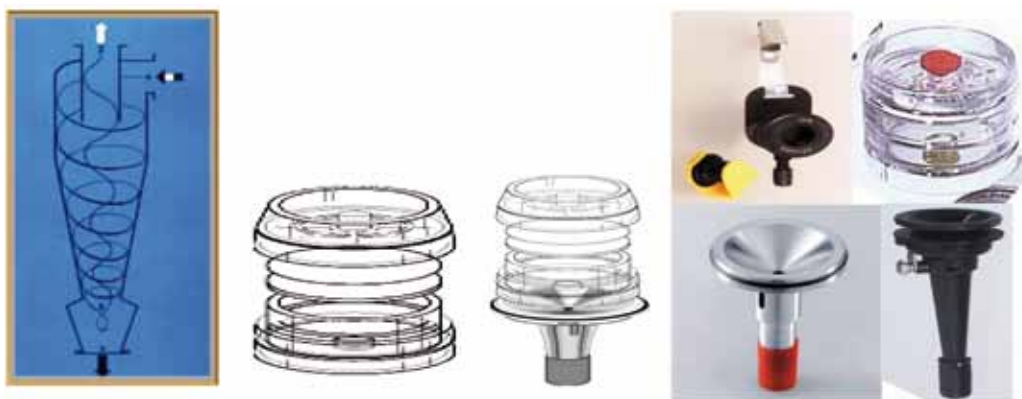



Figura 10. Ciclone e seletores de partículas: poeira total e fração respirável

A escolha de material do filtro depende das propriedades físicas e químicas de aerossóis que se deseja obter amostras do tipo de amostrador e do tipo de análise. Ao selecionar os filtros, deve-se considerar a eficiência da coleta especificada, a perda de carga (queda de pressão), a higroscopicidade, a contaminação de fundo, a resistência e tamanho dos poros, que podem variar de 0,01 a 10 microns.

Os filtros de membrana são fabricados com diferentes tamanhos de poros e, normalmente, são éster de celulose, cloreto de polivinil ou politetrafluoroetileno. As partículas são coletadas sobre a superfície do filtro. Por conseguinte, os filtros de membrana são muitas vezes utilizados quando se examina ao microscópio. Os filtros mistos de éster de celulose podem facilmente dissolver o ácido e geralmente são usados para coletar metais a serem analisados por absorção atômica.

Os filtros de núcleos porosos (policarbonatos) são muito fortes e termoestáveis e são usados para recolher amostras e analisar fibras de amianto por microscopia eletrônica de transmissão. Os filtros de fibra, geralmente fabricados com fibra de vidro, são usados para amostragem de aerossóis, como pesticidas e chumbo.

Para estudar a exposição aos aerossóis no local de trabalho, pode-se tirar uma amostra com volume conhecido de ar através dos filtros, medir o aumento da massa total (mg/m^3 por ar) (análise gravimétrica), contar o número total de partículas (Fibras/cm^3) ou identificar aerossóis (análise química). Para o cálculo das massas, mede-se a poeira total que entra no aparelho ou somente a fração respirável.

Os instrumentos para coleta de poeira total estão sujeitos a erro devido às fortes correntes de ar que atravessam o instrumento ou pela orientação inadequada. As correntes de ar, devido aos filtros orientados verticalmente, podem introduzir erro ao coletar partículas demais (superestimativa exposição).

Ao coletar amostras de poeira respirável, o aumento da massa representa a exposição por sedimentação na região (alveolar) de intercâmbio de gás no trato respiratório. Quando se mede a poeira total, o aumento de massa representa a exposição por sedimentação em todas as partes do trato respiratório.

Para coletar somente a fração respirável se usa um pré-classificador chamado ciclone, que distorce a distribuição de poeira no ar (aumenta a turbulência).Os aerossóis passam através do ciclone, se aceleram e formam turbilhões, fazendo com que as partículas mais pesadas sejam arremessadas para fora do fluxo de ar (centrifugação) e conduzidas a uma seção de eliminação localizada na parte inferior do ciclone.

As partículas respiráveis, com menos de 10 microns, permanecem na corrente de ar e são recolhidas por um filtro para serem submetidas à análise gravimétrica. Erros de amostragem que ocorrem quando se realiza uma amostragem de poeira total e fração respirável dão lugar a medições que não refletem com exatidão a exposição ou sua relação com os efeitos adversos à saúde.

Portanto, o uso de amostragem granulométrica seletiva define melhor a relação entre tamanho de partícula, o efeito negativo sobre a saúde e o método de amostragem.

Na amostragem seletiva granulométrica, a medição das partículas tem em conta os tamanhos associados aos efeitos específicos à saúde. A *International Organization for Standardization* (ISO) e a ACGIH estabelecem três frações de massa de particuladas:

» massa de partículas inaláveis (MPI);

» massa de partículas torácicas.(MPT); e,

» massa de partículas respiráveis (MPR).

Quadro 5. Tecidos, estruturas anatômicas, localização e doenças respiratórias relacionadas.

REGIÃO	ESTRUTURA ANATÔMICA	LOCALIZAÇÃO	DOENÇAS RELACIONADAS
Vias aéreas superiores	Nariz, boca, nasofarige, orofaringe, laringofaringe e laringe	Extratorácica	Irritação do septo nasal, faringe, laringe. Rinite e sinusites alérgicas. Câncer de faringe e laringe
Região Traqueo-bronquial	Traqueia, brônquios e bronquíolos	Torácica (pulmonar)	Bronco constrição, bronquite crônica e câncer bronquial
Região de troca de gases	Bronquíolos respiratórios, dutos e sacos alveolares e alvéolos	Alveolar	Pneumoconioses, enfisema, alveolite e câncer pulmonar

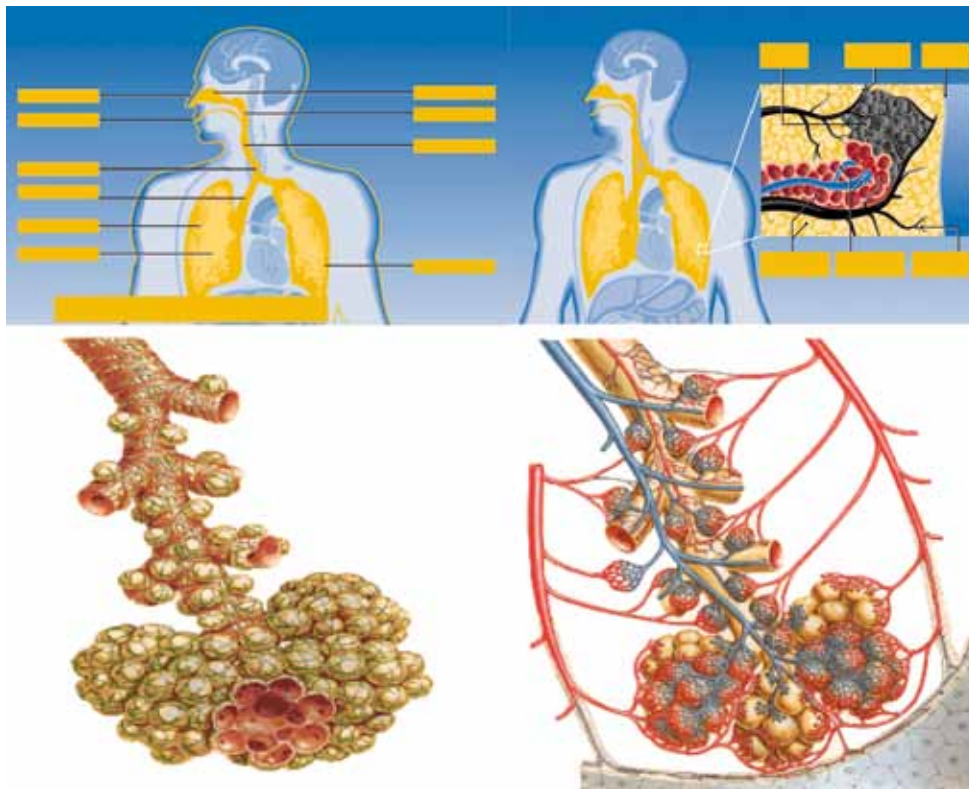



Figura 11. Anatomia respiratória

O MPI se refere às partículas que podem penetrar pelo nariz e boca. Substitui para a fração total de massa pelo método tradicional. O MPT se refere às partículas que podem penetrar no sistema respiratório superior, uma vez ultrapassada a laringe. O MPR se refere às partículas que podem se estabelecer na região de troca pulmonares e gases. Substitui a fração de massa respirável do método clássico.

A adoção de amostragem seletiva granulométrica exige, na prática, o desenvolvimento de novos métodos de amostragem para aerossol e estabelecimento de limites de exposição específicos para essas amostras.

Pneumoconioses: doenças pulmonares provocadas pela inalação prolongada de poeiras. Pontos comuns na patogênese:

a. A fibrose é devido à reação inflamatória provocada pelas partículas.

b. Lesões importantes ocorrem somente após exposição maciça ao longo de muitos anos.

c. O afastamento do indivíduo do agente causador é a forma eficaz de tratamento e pode prevenir as formas avançadas, fibróticas e incapacitantes.

d. O tabagismo contribui frequentemente para a disfunção pulmonar progressiva.

e. A análise radiológica e espirometria têm grande importância na investigação.

Figura 12. Amostragem de poeira - Fluxo de Ar: 1 a 4 litros por minuto

Meios de amostragem: materiais biológicos

Existem alguns métodos padronizados para amostragem de materiais biológicos ou bioaerossóis. Embora os métodos de amostragem sejam semelhantes àqueles usados para outras partículas suspensas no ar, deve-se, no entanto, preservar a viabilidade da maioria dos bioaerossóis, pois precisam ser cultivados em laboratório. Portanto, é mais difícil de coletar, armazenar e analisar as amostras.

A estratégia de amostragem de bioaerossóis implica coleta direta em ágar nutritivo semissólido[1] ou em meio líquido. Seu cultivo subsequente: cultura em placas, incubação durante vários dias, identificação e quantificação de células que têm crescido.

Os grupos de células que se multiplicam no ágar podem ser contados como unidades formadoras de colônias, no caso de bactérias ou fungos viáveis e como unidades formadoras de placas, no caso de vírus ativos.

Com exceção dos esporos, não se recomendam os filtros de coleta de bioaerossóis devido ao dano celular produzido pela desidratação.

A interpretação dos resultados da amostragem deve ser feito individualmente, porque não existem limites de exposição (*TLV*®-LEO). Os critérios de avaliação devem ser estabelecidos antes da amostragem.

Para as investigações do ar interior, em particular, as amostras tomadas no exterior do edifício são usadas como referência basal. A regra geral é que as concentrações internas fiquem aquém de dez vezes o basal, para assumir algum nível de contaminação.

Quando forem utilizadas técnicas de cultivo em placas, é provável que se subestimem as concentrações para a perda de viabilidade durante a amostragem e a incubação.

1 O agar nutritivo é um hidrocoloide extraído de diversos gêneros e espécies de algas marinhas vermelhas. Consiste em uma mistura heterogênea de dois polissacarídeos, agarose e agaropectina. Essas substâncias aparecem como carboidrato estrutural na parede das células. Tais algas, que contêm o agar, são denominadas agarófitas e pertencem à classe Rodophyta.

Produtos Alérgicos: causam severas reações em alguns indivíduos sensíveis. Ex.: pó de talco, serragem, ração, entre outros.
Irritantes Químicos: causam danos à membrana mucosa sensitiva ou ao tecido pulmonar. Ex.: gás amônia, vapores de ácido clorídrico.
Produtos Fibrosos: causam desenvolvimento de cicatriz no tecido do pulmão. Ex.: poeira de sílica ou amianto.
Produtos Cancerígenos: causam desenvolvimento de ulcerações no pulmão. Ex.: cromatos e partículas radioativas.
Envenenamento Sintético: provocam danos orgânicos críticos. Ex.: chumbo, cádmio, arsênio.
Produtos de Febre: provocam danos químicos críticos. Ex.: vapores de zinco e cobre.
Gases Inertes: não reagem com o nosso organismo, mas deslocam o oxigênio. Ex.: gás argônio, hélio ou nitrogênio.
Gases Ácidos: em contato com a água de nosso corpo produzem ácidos. Ex.: gás sulfídrico, dióxido de enxofre e cloreto de hidrogênio.
Gases Alcalinos: em contato com a água de nosso corpo produzem álcalis ou bases. Ex.: gás amônia, fosfina.
Compostos Orgânicos: geralmente vapores de solventes orgânicos que causam depressão do sistema imunológico. Ex.: querosene, gasolina.
Compostos Organometálicos: geralmente vapores de organometálicos que causam depressão do sistema imunológico. Ex.: chumbo tetraetila.

Amostragem via coleta em pele e em superfícies

Não há métodos padronizados para avaliar a exposição da pele a substâncias químicas e predizer a dose. A amostragem de superfícies é usada, principalmente, para avaliar as práticas de trabalho e identificar possíveis fontes de absorção através da pele ou por ingestão.

Para avaliar o potencial de absorção dérmico e ingestão, se utilizam dois tipos de métodos de amostragem de superfície: métodos diretos, que envolvem a coleta de amostras na pele do trabalhador; e métodos indiretos, que consistem na obtenção de amostras esfregando as superfícies.

Meios biológicos

As amostras de sangue, urina e ar expirado são os mais adequados para a rotina de controle biológico, enquanto que o cabelo, leite, saliva e unhas são utilizados rara e especificamente.

O controle biológico é realizado por meio de coleta, em local de trabalho, de amostras seriadas de sangue e de urina, com análise laboratorial posterior. Amostras de ar exalado são recolhidas em sacos, Tedlar, pipetas de vidro especialmente concebidas ao efeito ou tubos adsorventes que se analisam "in situ", utilizando instrumentos de leitura direta, ou no laboratório.

As amostras de sangue, urina e ar expirado são usadas principalmente para medir o composto original não modificado (mesma substância química a partir da qual as amostras são colhidas no ar no local de trabalho), seus metabólitos ou uma alteração bioquímica (compostos intermediários) que tenham sido induzidas no organismo.

Por exemplo, chumbo inorgânico é medido no sangue para avaliar a exposição ao chumbo, o metabólito ácido mandélico se mede na urina para determinar a exposição ao estireno, como também ao etilbenzeno; e carboxihemoglobina é o composto intermediário que é medido a partir do sangue para determinar a exposição a monóxido de carbono e cloreto de metileno.

Para o controle da exposição, a concentração de um determinante ideal será estreitamente correlacionada com a intensidade da exposição. Para a saúde, a concentração de um determinante ideal está intimamente relacionada com a sua concentração no órgão-alvo.

Detectores em tempo real

Os instrumentos de leitura direta servem para quantificar os contaminantes em tempo real. A amostra é analisada dentro do equipamento e não requer uma análise de laboratório fora do local.

Os compostos podem ser medidos sem ter que coletá-los, transportá-los, armazená-los e analisá-los. A concentração é lida diretamente em monitor, que faz gravação em fita dos dados eletrônicos ou leitura por mudança de cor.

Os instrumentos de leitura direta são utilizados principalmente para gases e vapores; também existem alguns para a detecção de partículas em suspensão. Os instrumentos variam em custo, complexidade, confiabilidade, tamanho, sensibilidade e especificidade.

Existem dispositivos muito simples, tais como tubos colorimétricos, os quais indicam concentração através de uma mudança de cor, instrumentos específicos para um produto químico, tais como indicadores monóxido de carbono, indicadores de gases combustíveis (explosímetros) e medidores de vapor mercúrio, ou instrumentos de reconhecimento, como os espectrômetros infravermelhos, que analisam grandes grupos de substâncias químicas.

Instrumentos de leitura direta se aplicam a diferentes métodos físicos e químicos para analisar os gases e vapores, como a condutividade, ionização, potenciometria, fotometria, indicadores radioativos e combustão.

Os instrumentos portáteis de leitura direta, usados na maioria das vezes, são os cromatógrafos a gás, analisadores de vapores orgânicos e espectrômetros de infravermelhos, alimentados por baterias. Cromatógrafos a gás e analisadores de vapores orgânicos são usados principalmente no controle ambiental onde haja resíduos perigosos para o ar ambiente e para as comunidades vizinhas.

Os cromatógrafos a gás com detectores adequados são específicos e sensíveis e podem quantificar substâncias químicas em concentrações muito baixas. Os analisadores de vapores orgânicos são frequentemente utilizados para medir compostos por grupos. Os espectrômetros portáteis infravermelhos são utilizados principalmente para controle industrial e detecção de fugas, porque eles são sensíveis e específicos para uma gama de compostos. Há pequenos detectores pessoais de leitura direta para uma série de gases comuns (cloro, cianeto de hidrogênio, sulfeto de hidrogênio, hidrazina, oxigênio, fosgênio, o dióxido de azoto, enxofre e monóxido de carbono).

Esses detectores acumulam as concentrações medidas ao longo de um dia e permitem leitura direta da concentração de média ponderada no tempo e um perfil detalhado do contaminante para esse dia.

Os tubos colorimétricos (tubos detectores) são fáceis de usar, baratos e servem para uma grande variedade de substâncias químicas. Podem ser usados para identificar rapidamente classes de poluentes atmosféricos e estimativas aproximadas de concentrações. São utilizados para determinar os volumes e as velocidades de fluxo da bomba.

Os tubos de colorimétrico são de vidro, cheios de material sólido granular impregnado com um agente químico que reage com um contaminante e produz uma mudança de cor.

Depois de quebrar as duas extremidades do tubo selado, em um desses extremos se coloca uma bomba de mão. Para tomar a amostra, o volume recomendado de ar contaminado é passado através do tubo, usando um número específico de *pumpings* para cada produto químico. Geralmente, após dois minutos produz uma mudança de cor ou uma alteração cromática no tubo, cuja intensidade é proporcional à concentração.

Alguns tubos colorimétricos são adaptados para bombas de longo prazo de amostragem, movidas por baterias que podem operar por períodos de até oito horas. A mudança de cor que ocorre no tubo representa concentração média ponderada ao longo do tempo. Os tubos colorimétricos são adequados para analisar tanto qualitativa e quantitativamente, mas a sua especificidade e precisão são limitadas.

A precisão de tubos de colorimétricos não é tão elevada como os métodos laboratoriais ou de muitos outros instrumentos de leitura direta. Há centenas de tubos, muitos dos quais têm sensibilidades cruzadas e podem detectar mais de um produto químico e, ainda, causar interferências que afetam as concentrações medidas.

Os detectores de leitura direta de aerossol não distinguem poluentes e são comumente usados para contar ou determinar o tamanho das partículas; servem mais à triagem que à determinação de médias ponderadas de concentração, tempo ou exposições agudas.

Os instrumentos em tempo real utilizam propriedades óticas ou elétricas para determinar a massa total de partículas respiráveis, para contar e determinar o seu tamanho.

Detectores de aerossóis por espalhamento de luz ou fotômetros para aerossol detectam a luz que dispersam as partículas, quando elas passam através de seu interior. Ao aumentar o número de partículas, a quantidade de luz dispersa aumenta proporcional à massa.

Esses detectores não servem para distinguir tipos de partículas; no entanto, quando usados em um local de trabalho com um número limitado de tipos de poeira, a massa pode ser atribuída a um material.

Os detectores de aerossóis de fibrosos são usados para medir a concentração atmosférica de partículas como o amianto. As fibras se orientam devido a um campo elétrico oscilante e se iluminam com laser de hélio e de néon; os pulsos de luz resultantes são detectados por um tubo fotomultiplicador.

Os fotômetros de luz atenuada medem a extinção da luz por efeito das partículas; o relacionamento entre a luz incidente e luz medida é proporcional à concentração.

Técnicas analíticas

Existem muitos métodos para analisar amostras de contaminantes em laboratório. Algumas das técnicas mais comuns para medir os gases atmosféricos e vapores são: cromatografia de gás, espectrometria de massas, absorção atômica, espectroscopia de infravermelho e ultravioleta e polarografia.

A cromatografia de gases é uma técnica usada para separar e concentrar substâncias químicas em misturas para a análise quantitativa subsequente. O sistema consiste em três componentes principais: o sistema de injeção da amostra, uma coluna e um detector.

A amostra líquida ou gasosa é injetada com uma seringa em uma corrente de ar, que a transporta através de uma coluna, donde se separam seus componentes.

A coluna está cheia de materiais que interagem distintamente com diferentes substâncias químicas, bem como diminuem seu deslocamento. Essa diferente interação faz com que cada produto químico se mova através da coluna a uma velocidade diferente. Uma vez separadas, as substâncias químicas passam diretamente por um detector que pode ser de ionização de chama, de fotoionização ou de captura elétrons.

Em um registrador de gráfico é gravado um sinal proporcional à concentração. O detector de ionização de chama é usado para quase todos os compostos orgânicos, tais como hidrocarbonetos aromáticos ou de cadeia lineares, cetonas e alguns hidrocarbonetos clorados. A concentração se mede pelo aumento do número de íons que ocorre quando um hidrocarboneto volátil é queimado em uma chama de hidrogênio.

O detector de fotoionização é usado para compostos orgânicos e alguns inorgânicos. É especialmente útil para compostos aromáticos como o benzeno e pode detectar hidrocarbonetos alifáticos, aromático e de halogenados. A concentração é medida pelo aumento do número de íons que ocorre quando a amostra é bombardeada com radiação ultravioleta.

O detector por captura eletrônica é usado principalmente para substâncias de halógenos e oferece uma resposta mínima aos hidrocarbonetos, alcoóis e cetonas. A concentração é medida pelo fluxo de corrente entre os dois eletrodos causados pela ionização do gás por radioatividade.

A espectrometria de massa serve para analisar misturas de substâncias químicas complexas presentes em quantidades residuais. Muitas vezes usada em conjunto com um cromatógrafo a gás, consegue separar e quantificar os diferentes poluentes.

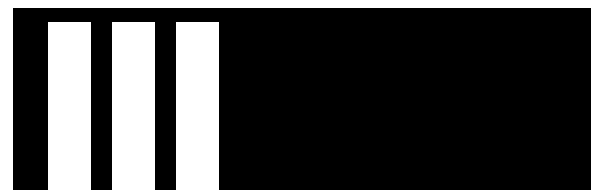
Espectroscopia de absorção atômica se utiliza principalmente para quantificar metais como o mercúrio. A absorção atômica é a absorção da luz de certo comprimento-onda por átomo livre em seu estado fundamental. A quantidade de luz absorvida depende da concentração. Essa técnica é muito específica, sensível e rápida, e pode ser aplicada diretamente a 68 elementos. Limites de detecção estão em uma larga faixa de ppm.

Análise por raios infravermelhos é uma técnica poderosa, sensível, específica e versátil. Usa a absorção de energia infravermelha para medir as substâncias químicas orgânicas e inorgânicas; a quantidade de luz absorvida é proporcional à concentração. O espectro de absorção de um composto facilita informações que podem descrevê-lo e quantificá-lo.

A espectroscopia de absorção de UV é usada para análise de hidrocarbonetos aromáticos, quando se sabe existirem poucas interferências. A quantidade de absorção de luz UV é diretamente proporcional à concentração.

Os métodos polarográficos se baseiam na eletrólise de uma solução da amostra com um eletrodo facilmente polarizável e um eletrodo não polarizável. São usados para realizar análises qualitativo-quantitativas de aldeídos, hidrocarbonetos clorados e metais.

AVALIAÇÃO AMBIENTAL: Amostragem de poeiras e fumos metálicos; Bombas de amostragem; Meios de coleta; Seleção dos filtros; Ciclones; Coletas das amostras; Branco de campo; Número de amostras; Calibração dos equipamentos; Espectroscopia por infravermelho e difração de raios-x; GHE.
AMOSTRAGENS INSTANTÂNEAS: São aquelas realizadas em um curto espaço de tempo (tempo < 15 minutos). Os resultados correspondem à concentração existente nesse intervalo medido. VANTAGENS:Registram as concentrações mais altas e mais baixas durante a jornada de trabalho; Permitem o cálculo da concentração média, por meio das médias das amostragens; São úteis quando se avalia concentração de substâncias irritantes e outras com valor teto e máximo; Possuem rapidez nas determinações; São de fácil manipulação. DESVANTAGENS: Baixa precisão (erro de até 25%); Interferências frequentes; Requerem acompanhamento do amostrador.
AMOSTRAGENS CONTÍNUAS: São aquelas realizadas em um período de tempo, variando de 30 minutos até uma jornada completa de trabalho. VANTAGENS: Fornecem como resultado a média ponderada das condições existentes no período de avaliação no ambiente; Práticas e fáceis de conduzir a amostragem; DESVANTAGENS: Não indicam se o valor teto ou máximo foi atingido; Não atendem ao anexo 11 da NR-15, portanto, não podem ser utilizadas em laudos e perícias.

UNIDADE III
FUNDAMENTOS BIOLÓGICOS

A avaliação da exposição no local de trabalho consiste em identificar e avaliar os agentes nocivos com os quais o trabalhador pode entrar em contato. Podem-se construir índices de exposição que refletem as quantidades desses agentes presentes no ambiente em geral ou no ar inalado, assim como a quantidade de agente que realmente é inalado, ingerido ou absorvido por outras vias (ingestão).

Os indicadores que refletem a quantidade de agente que é absorvido (absorção) e a exposição no órgão-alvo são chamados de biológicos ou monitoramento biológico de efeito.

Uma vez que o monitoramento biológico envolve prioritariamente a prevenção, o monitoramento biológico de efeito seria conceitualmente contraditório ao primeiro. Todavia, deve-se considerar que o efeito no qual esse monitoramento está baseado é o não nocivo. O monitoramento de um efeito precoce, não nocivo, produzido por um agente químico, pode, em princípio, ser adequado para prevenir efeitos nocivos à saúde.

Assim, o monitoramento biológico de efeito é definido como: "a medida e avaliação de efeitos biológicos precoces, para os quais não foi ainda estabelecida relação com prejuízos à saúde, em trabalhadores expostos, para estimar a exposição e/ou os riscos para a saúde, quando comparados com referência apropriada".

Um efeito biológico pode ser definido como uma alteração bioquímica, funcional ou estrutural que resulta da reação do organismo à exposição. Essa alteração é considerada não nociva quando:

- » ao ser produzida numa exposição prolongada não resulte em transtornos da capacidade funcional nem da capacidade do organismo para compensar nova sobrecarga;
- » é reversível e não diminui perceptivamente a capacidade do organismo de manter sua homeostasia;
- » não aumenta as suscetibilidades do organismo aos efeitos indesejáveis de outros fatores ambientais, tais como os químicos, os físicos, os biológicos ou sociais.

A vantagem dos testes que medem os efeitos biológicos não nocivos é que fornecem melhor informação sobre a quantidade do agente químico que interage com o sítio de ação.

Assim, o objetivo principal do monitoramento biológico, seja ele de dose interna ou de efeito, é, essencialmente, o mesmo do monitoramento ambiental, ou seja, prevenir a exposição excessiva aos agentes químicos que podem provocar efeitos nocivos, agudos ou crônicos nos indivíduos expostos. Nos três casos, o risco à saúde é avaliado comparando o valor medido com um padrão de segurança.

CAPÍTULO 6

Indicador biológico de exposição (biomarcadores)

O Indicador Biológico de Exposição é uma substância química, elemento químico, atividade enzimática ou constituintes dos organismos, cuja concentração (ou atividade) em fluido biológico (sangue, urina, ar exalado) ou em tecidos possui relação com a exposição ambiental a determinado agente tóxico. A substância ou elemento químico determinado pode ser produto de uma biotransformação, ou alteração bioquímica precoce, decorrente da introdução desse agente tóxico no organismo.

Para os agentes químicos preconizados no Quadro I da NR-7, é definido o Índice Biológico Máximo Permitido (IBMP), que é "O valor máximo do indicador biológico para o qual se supõe que a maioria das pessoas ocupacionalmente expostas não corre risco de dano à saúde".

A ultrapassagem desse valor significa exposição excessiva". Esse Valor (IBMP) deve ter correlação com a concentração do agente químico no ambiente de trabalho e é definido como limite de tolerância-LT ou limite de exposição ocupacional-LEO.

Para realizar o monitoramento biológico é preciso ter o indicador biológico, que pode ser definido como todo agente tóxico inalterado e/ou seu produto de biotransformação, determinado em amostras representativas do organismo dos trabalhadores expostos (sangue, urina e ar expirados), assim como a identificação de alterações biológicas precoces decorrentes da exposição.

Fatores não laborais e fatores ocupacionais podem influenciar os níveis dos indicadores biológicos.

Os resultados obtidos dos exames dos indicadores biológicos são comparados com referências apropriadas. No Brasil, a legislação que estabelece essas referências é regulamentada pela NR–7 Portaria nº 24, de 29/12/1994, do MTE, em que são definidos os parâmetros para o controle biológico de exposição a alguns agentes químicos.

Vigilância Ambiental e Biológica

A vigilância ambiental e biológica começa com um estudo do ambiente de trabalho para identificar riscos e fontes potenciais de poluição e estabelecer a necessidade de medições. No caso de agentes químicos, estes podem exigir a tomada de amostras de ar, superfícies, produtos a granel e materiais biológicos. No caso de agentes físicos, podem incluir medições de ruído de temperatura e radiação.

Quando as medições forem indicadas, deve-se desenvolver uma estratégia de amostragem especificando o método, os trabalhadores, processos, equipamentos e áreas a serem amostrados, o número de amostras, duração e frequência.

Os estudos de higiene industrial e as abordagens variam em complexidade, dependendo do objetivo da investigação, do tipo e do tamanho do local e da natureza do problema. Não há fórmulas rígidas para realizar os estudos, porém, antes de iniciar a inspeção, buscar queixas e recuperar registros de doenças dos trabalhadores é um bom começo, além de ajudar a aumentar a eficácia e a eficiência das análises.

Um contaminante ou produto químico pode entrar em contato com o nosso organismo pela:

Via Aérea - Inalação de gases, fumos metálicos, vapores, poeiras e névoas;

Via Digestiva - Ingestão de poeiras e fumos metálicos;

Via Cutânea - Absorção pela pele de névoas, vapores e poeira;

Via Ocular – Absorção pelos olhos de névoas e vapores.

A forma mais grave de absorção de um contaminante químico é pelas Vias Aéreas, pois a área de um pulmão adulto é de 70 a 100 metros quadrados. Durante a inalação existe uma grande área de penetração e consequente contato dos vapores químicos, gases, poeiras orgânicas ou inorgânicas com o nosso organismo. O volume de ar inalado por uma pessoa em repouso fica entre 4 a 6 litros por minuto. Durante a inspiração, há uma grande penetração do Aerodispersoide/produto químico no organismo, devido à elevada área e volume de ar inalado/exalado, especialmente em carga ou atividade extenuante. Um trabalhador em atividade extenuante (trabalho com pá) pode inalar até 30 litros de ar por minuto.

Vigilância médica

Acompanhamento médico é necessário porque a exposição a substâncias perigosas pode causar ou agravar algumas doenças. Ele requer um programa ativo, envolvendo profissionais que conhecem doenças do trabalho, seu diagnóstico e tratamento.

Programas de vigilância médica incluem medidas para proteger, educar, fiscalizar e, em alguns casos, compensar o empregado. Podem abarcar programas de seleção (admissionais), exames médicos periódicos, testes especializados para a detecção precoce de anormalidades e de danos causados por substâncias perigosas, tratamento médico e registro de dados.

A seleção pré-emprego (exame admissional) avalia a história profissional e médica do candidato a um posto, bem como resultados de exames físicos. São usados questionários para obter informações sobre doenças que sofreram no passado ou as crônicas (especialmente asma, doenças da pele, do pulmão e do coração) e exposições em empregos anteriores.

Os programas de seleção de pré-recrutamento são muito importantes quando se utilizam para (1) manter um registro de trabalhos anteriores e exposições associadas, (2) estabelecer a saúde basal de um trabalhador e (3) determinar a existência de hipersensibilidade. Os exames médicos podem incluir

exames audiométricos para detectar perda auditiva, testes visuais, provas de funções orgânicas e análises basais de sangue e urina.

Exames médicos periódicos são essenciais para avaliar e detectar tendências quando se inicia um processo mórbido. Para demonstrar uma deterioração da saúde podem incluir controle biológico de certos contaminantes e uso de outros biomarcadores.

Vigilância à saúde

É necessário estabelecer, claramente, a diferença entre monitoramento biológico e vigilância à saúde. Esta última é definida como: "exames médico-fisiológicos periódicos de trabalhadores expostos, com o objetivo de proteger a saúde e detectar precocemente a doença".

A detecção da doença instalada está fora do propósito dessa definição. Então, a vigilância à saúde utiliza indicadores sensíveis que auxiliam na detecção, porém não na prevenção de sinais precoces de alterações orgânicas provocadas pela interação do agente químico com o organismo.

A vigilância à saúde é um procedimento médico no qual se recombinam os diversos elementos, obtidos a partir do exame clínico do trabalhador, aos quais se somam os do monitoramento biológico para se obter um quadro geral da condição e saúde do trabalhador, relacionando-a com uma atividade específica.

Em programas de vigilância à saúde são utilizados os indicadores do efeito nocivo que revelam a fase inicial, reversível, da intoxicação. Os exames podem necessitar de especificidade com relação à exposição. Como exemplos, citam-se as provas de função hepática, que poderão estar alteradas em muitas moléstias do fígado e como resultado do hábito de ingerir álcool.

O quadro hematológico altera-se não somente na exposição ao benzeno, mas também em uma variedade de outros agentes químicos, além de numerosas moléstias originadas por microrganismos. Assim, a validação das provas a serem usadas na vigilância à saúde para determinar efeitos precoces produzidos por agentes químicos é um processo difícil, pois a sensibilidade e a especificidade dos exames devem ser conhecidas.

De fato, programas de vigilância à saúde utilizam o monitoramento biológico e o monitoramento de efeito como um de seus critérios mais valiosos na detecção precoce de doenças decorrentes da exposição humana às substâncias químicas.

Deve-se sempre levar em consideração que somente os indicadores altamente específicos, para uma determinada patologia do órgão, é que podem ser considerados instrumentos úteis para o diagnóstico precoce de uma doença em processo de instalação.

A vigilância à saúde procura dar ênfase às características da exposição, especialmente tempo e duração, associando-se ao estado de saúde, podendo ser aplicada com os seguintes objetivos:

» Comprovar a ausência de um efeito nocivo numa exposição considerada aceitável ou a eficiência das medidas ambientais adotadas;

» Dar atenção às alterações precoces do estado de saúde para poder interferir, preventivamente, em relação à doença.

As alterações do estado de saúde ocorrem com as seguintes características:

- » Uma fase de indução, isto é, aquela em que decorre certo tempo para se iniciar o processo de morbidade, após alcançar certa dose do agente químico no organismo.
- » Uma fase de latência, que corresponde ao período compreendido entre o início do processo de morbidade e o aparecimento das alterações funcionais que ainda não permitem a sua individualização.

A aplicação da vigilância à saúde, a exemplo do que acontece com o monitoramento biológico, não pode ser confundida com os procedimentos que visam o diagnóstico.

É importante enfatizar que a manifestação de deterioração da saúde não ocorre necessariamente no momento do reconhecimento médico. A ocorrência de certas alterações biológicas pode, desde que evidenciada em tempo hábil, advertir que se não forem modificadas as condições de trabalho ocorrerão os transtornos funcionais.

A Figura 12 mostra a evolução das alterações clínicas e subclínicas relacionadas com o tempo, em uma determinada exposição.

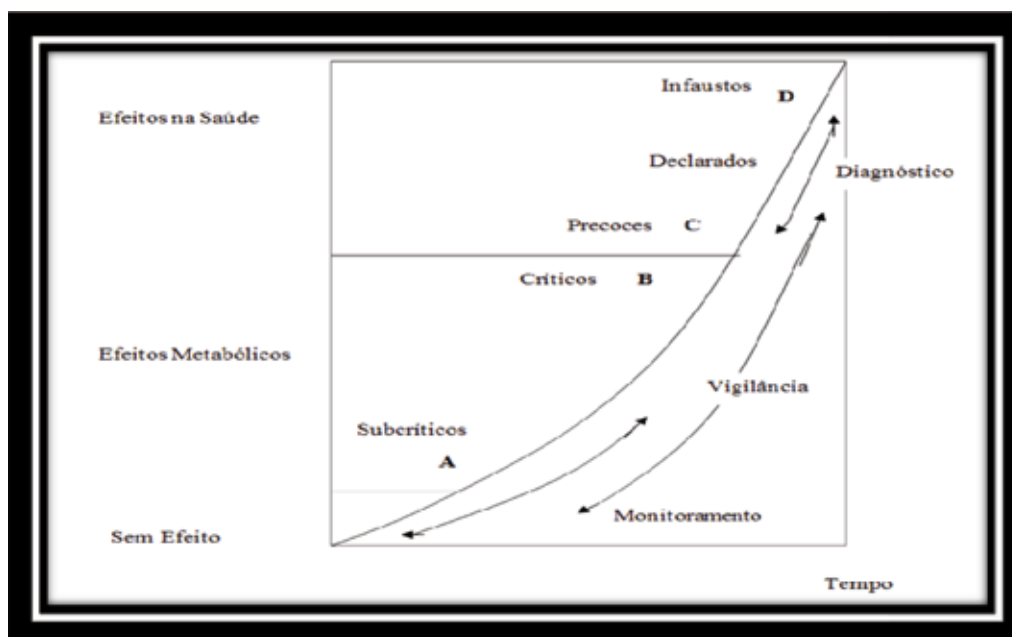



Figura 12. Evolução das alterações clínicas e subclínicas

Fonte: Lauwerys & Bernard

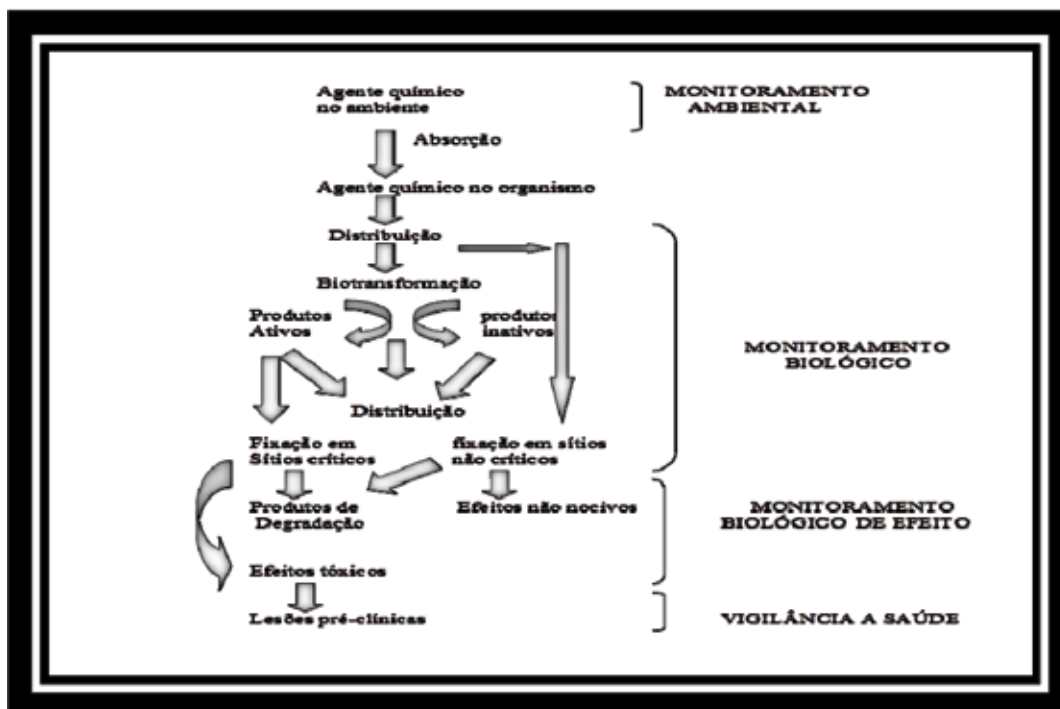



Figura 13. Esquema representando a transferência do agente químico até os sítios de ação

Fonte: Lauwerys & Bernard

A dose é um termo farmacológico ou toxicológico usado para indicar a quantidade de uma substância que é administrada a uma pessoa. A frequência da dose (taxa) é a quantidade de substância administrada por unidade de tempo.

A dose de exposição, no local do trabalho, é difícil de determinar, na prática, uma vez que os processos físicos e biológicos, como a absorção, inalação e distribuição de um agente no corpo humano, estabelecem entre exposição e a dose complexas relações não lineares. A incerteza sobre o real nível de exposição aos agentes dificulta também a quantificação da relação entre a exposição e os efeitos sobre a saúde.

Para muitas exposições, há um intervalo de tempo durante o qual a exposição ou a dose alcança uma maior importância para o desenvolvimento de um particular problema de saúde ou sintomas. Por conseguinte, a exposição, ou a dose, biologicamente importante, seria aquela que ocorre durante o intervalo de tempo.

Acredita-se que algumas exposições a agentes cancerígenos no local de trabalho têm esse tipo de intervalo de tempo relevante. O câncer é uma doença com um longo período de latência e, portanto, pode acontecer que a exposição causadora do desenvolvimento da doença ocorra muitos anos antes dele se manifestar.

É, portanto, um fenômeno arbitrário, pois uma exposição cumulativa ao longo do período laboral seria parâmetro relevante, porém a exposição contínua, intermitente, com ou sem picos, também pode ser relevante. É possível que a exposição que ocorre no momento da manifestação da doença não tenha nenhum significado especial.

É importante, para fins epidemiológicos/medições ambientais, que se alinhem a observação dos requisitos normativos sanitários e ambientais aos controles de saúde/ambientais no contexto de programas de prevenção e controle.

Por exemplo, se um efeito para a saúde é causado por exposições de picos, estes devem ser medidos para que possam ser controlados. As observações que só fornecem dados sobre exposições médias durante longos períodos de tempo não têm grande utilidade, uma vez que a variabilidade à distribuição imposta pelos picos pode ficar diluída pela medida central (média) e tais picos não podem ser controlados no momento em que ocorrem.

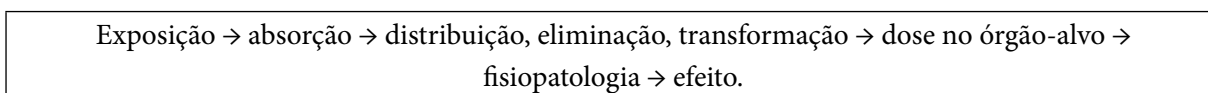
Muitas vezes, é desconhecida a exposição ou a dose biologicamente relevante para um efeito em particular, porque os padrões de ingestão, absorção, distribuição e eliminação, ou os mecanismos de biotransformação, não são conhecidos amiúde.

Tanto o conhecimento da velocidade na qual um agente entra e deixa o corpo (cinética) como os processos bioquímicos experimentados pela substância (biotransformação) ajudam a determinar as relações entre exposição, dose e efeito.

O controle ambiental diz respeito à medição e à avaliação de agentes presentes no local de trabalho para avaliar a exposição e consequentes riscos ambientais e de saúde. O controle biológico, em complemento ao controle ambiental, se reporta à medição e avaliação dos agentes no local de trabalho a partir dos seus metabólitos em tecidos, secreções ou excreções, também para avaliar a exposição e riscos à saúde.

Às vezes se utilizam de biomarcadores como condutos de DNA, para medir a exposição. Os biomarcadores também servem como indicadores dos mecanismos do próprio processo de enfermidade.. O modelo básico da exposição-resposta pode ser diagramado como segue:

Figura 14. Modelo básico do fluxo exposição-resposta

Exposição → absorção → distribuição, eliminação, transformação → dose no órgão-alvo → fisiopatologia → efeito.

Dependendo do agente, as relações entre exposição-absorção e exposição-ingestão podem ser complexas. Para muitos gases, pode ser feita com base em aproximações simples da concentração atmosférica do agente durante uma jornada e a quantidade de ar inalado. Para amostragem de pó, deve ser levado em conta, além disso, que o depósito de partículas é função do seu tamanho. As considerações sobre esse tamanho pode aumentar a complexidade dessa relação.

A avaliação da exposição e da dose é um elemento de avaliação quantitativa dos riscos. Os métodos de avaliação-risco para a saúde geralmente são a base para estabelecer limites de exposição correspondentes aos níveis de emissão de agentes tóxicos no ar, que são definidos nas normas ambientais e sanitárias com repercussão nas normas trabalhistas.

Análise de risco para saúde fornece uma estimativa da probabilidade (risco) relacionada a certos efeitos na saúde ou uma estimativa do número de casos com esses efeitos. Permite, ainda, definir uma concentração aceitável de um agente tóxico no ar, na água ou nos alimentos, dada a magnitude do risco escolhida a *priori*.

A análise quantitativa do risco é aplicada, por exemplo, na epidemiologia do câncer, o que explica a importância atribuída à avaliação retrospectiva da exposição. Outras estratégias avaliam a exposição aplicando ambas as avaliações: prospectiva e retrospectiva.

Controle biológico e avaliação ambiental

Existe um fio condutor entre a exposição e o efeito à saúde que funciona em mão dupla: do efeito à saúde (biomarcador) se depreende a exposição; e da exposição (dose) se estima o efeito. As estimativas das doses são obtidas a partir de medições ambientais, e dos biomarcadores, a partir das biológicas. Diz-se retrospectivo quando se parte do efeito para a exposição e prospectivo no sentido contrário. Em outras palavras, trata-se de delineamentos epidemiológicos tipo coorte, quando prospectivo, e tipo caso-controle, quando retrospectivo. Aproximando-se mais do dia a dia do EST, tem-se a mão dupla PPRA-NR9 (exposição)↔PCMSO-NR7(efeito: exame alterado)

CAPÍTULO 7

Controle de exposição e predição da dose

As velocidades não lineares do dano biológico podem estar relacionadas às mudanças na absorção que, por sua vez, estão relacionadas aos níveis de exposição, suscetibilidade do hospedeiro, sinergia com outras exposições, participação de outros mecanismos de doença, exposições mais elevadas ou níveis de limiar para progressão da doença.

Infelizmente, o número de dados quantitativos sobre muitos tipos de exposição é insuficiente para predizer o risco de desenvolver certo efeito. Em 1924, Haber postulou que a gravidade do impacto sobre a saúde (H) é proporcional ao produto da concentração de exposição (X) e duração da exposição (T): $H = X \cdot T$.

Essa equação, denominada Lei de Haber, é o alicerce à ideia das medições que compõem a exposição em tempo médio ponderado (TWA), isto é, as medições são realizadas, na sequência se calcula a média durante certo período de tempo (uma espécie de medida útil de exposição). A hipótese sobre a validade do tempo médio ponderado tem sido ferozmente questionada (HOUBA et al., 1996).

Lei de Haber: questionamento científico sobre o TWA

Em 1952, Adams e seus colegas disseram que "não há base científica para usar o tempo médio ponderado para integrar exposições em risco variáveis". O problema é que muitas relações são mais complexas do que a relação representa Lei de Haber. Há muitos exemplos de agentes cujos efeitos dependem mais da concentração do que da duração da exposição. Por exemplo, estudos de laboratório têm fornecido evidência interessante que, em ratos expostos ao tetracloreto de carbono, o padrão de exposição (contínuo *versus* intermitente, com ou sem picos) e a dose podem modificar o risco observado de que os ratos submetidos a alterações ocorridas na concentração de enzimas hepáticas (Bogers et al. 1987). Outro exemplo são os bioaerossóis, tal como a enzima α-amilase, uma massa de pão que pode causar doenças alérgicas a trabalhadores na indústria de panificação. Não é conhecido se o risco de desenvolver a doença depende principalmente de picos de exposição, a exposição média ou nível cumulativo de exposição (HOUBA et al., 1996).

Todo o processo pode ser descrito como um conjunto de equações que são resolvidas matematicamente. Muitas vezes não há informações disponíveis sobre os parâmetros de farmacocinéticos em seres humanos e têm que utilizar parâmetros obtidos a partir de experimentos com animais. Existem vários exemplos de modelos farmacocinéticos para estimar a exposição às doses.

Embora, em termos gerais, as doses estimadas não tenham sido validadas, considerando a aplicação limitada dos estudos epidemiológicos, espera-se que a nova geração de dose – índices de exposição – consiga evoluir na busca da ideal exposição-resposta (SMITH, 1985).

Um problema que ainda não foi abordado em modelos farmacocinéticos refere-se às grandes diferenças que existem na cinética de agentes tóxicos em diferentes espécies e, consequentemente, os efeitos da variação dos parâmetros farmacocinéticos em pessoas diferentes são interesse (DROZ, 1992).

A despeito dessa polêmica científica, a Lei de Haber foi utilizada principalmente para tirar conclusões sobre os meios adequados de medição do tempo de exposição e, também, para facilitar a elaboração de requisitos legais. O Brasil expressamente adota o *TLV*®-TWA pela NR15, explicado oportunamente neste Caderno de Estudos.

Informe quais dispositivos legais brasileiros adotam o TLV-TWA.

Controle biológico e biomarcadores de exposição

O controle biológico produz uma estimativa da dose, por isso é considerado superior ao controle ambiental. No entanto, a variabilidade dos índices usados para o controle biológico é importante e continua sendo uma incógnita, até numa mesma pessoa.

Para obter uma estimativa aceitável da dose em trabalhador exposto, são realizadas muitas e repetidas medidas, cujo esforço de medição pode ser maior que o próprio controle ambiental. Esse fato é ilustrado por um interessante estudo sobre os trabalhadores da fábrica de barcos plásticos reforçados com fibra de vidro (RAPPAPORT et al., 1995).

A variabilidade da exposição a estireno foi avaliada medindo, repetidamente, conteúdo ambiental de estireno. Foi medido o teor de estireno no ar exalado por trabalhadores expostos, assim como o intercâmbio de cromátides-irmãs (biomarcador).

Para medir o estireno no ar, foram realizadas três (03) medições repetidas, a fim de calcular a exposição média de longo prazo com uma exatidão de dado. Para estireno medido no ar exalado foram realizadas quatro (04) medições repetidas para cada trabalhador. Ao se determinar intercâmbio de cromátides-irmãs foram realizadas vinte (20) medições repetidas.

Demonstrou-se que um estudo epidemiológico que usa o estireno ambiental como medida de exposição seria mais eficiente, em termos de número de medições necessárias, do que controles biológicos com biomarcador.

Essa observação é explicada pela relação entre sinal e ruído[2], tal como determinado pela variabilidade na exposição de um dia para outro e de um trabalhador para outro, que era mais favorável no caso de estireno ambiental do que nos biomarcadores de exposição.

2 O sinal / ruído (sinal para ruído SNR Inglês ou S / N) é definido como a margem entre a potência do sinal transmitido e potência de ruído que corrompe.

Assim, embora a relevância de um indicador biológico de exposição seja excelente, o resultado de uma análise de exposição-resposta pode ser insatisfatório devido à perda de carga dada pela relação sinal-ruído, o que introduz erro significativo de classificação.

Demonstrou-se que o controle biológico também é muito afetado pela variabilidade biológica, que não está relacionada com a variabilidade dos testes de nível toxicológico.

Além disso, as vantagens do método de avaliação da exposição, baseado na tomada de amostras de ar, em comparação com o método de controle biológico, dependem da meia-vida do agente. Sugere-se a utilização de indicadores estatísticos biológicos que não oferecem nenhuma vantagem quando a meia vida do agente considerado é menor que dez horas.

Embora pareça mais adequado medir a exposição ambiental em vez do indicador biológico de seu efeito pela diversidade da variável medida, podem-se encontrar outros argumentos favoráveis à utilização de um biomarcador, mesmo ensejando maior esforço de medição, como, por exemplo, quando há exposição dérmica considerável.

Para os agentes de exposição por via dérmica, tais como pesticidas e alguns solventes orgânicos, pode ser mais relevante usar o biomarcador de exposição do que a exposição ambiental (inalável).

Os biomarcadores também podem oferecer vantagens consideráveis na epidemiologia de doenças crônicas como o câncer. Quando um biomarcador é um marcador precoce de efeito, a sua utilização pode resultar em período reduzido de acompanhamento.

Embora careçam de mais testes para validação, os biomarcadores de exposição, ou de susceptibilidade individual poderiam ensejar estudos epidemiológicos e estimativas de risco mais precisos.

Análise do marco temporal

Paralelo ao desenvolvimento dos modelos farmacocinéticos, epidemiologistas têm explorado novas abordagens para a análise de dados. Entre elas se destaca a *análise do marco temporal,* que relaciona períodos relevantes de exposição a determinados efeitos para considerar a influência de padrões temporais na exposição ou as exposições de pico dentro do campo da epidemiologia.

Desse ponto de vista conceitual, essa técnica está relacionada com modelos farmacocinéticos uma vez que o relacionamento entre exposição e desfecho é otimizado por meio da atribuição de coeficientes de ponderação para os diferentes períodos, padrões e níveis de exposição. Em modelos farmacocinéticos, se crê que esses coeficientes de ponderação têm um significado fisiológico, *a priori,* estimado.

Na *análise do marco temporal*, os pesos são estimados a partir dos dados por meio da aplicação de critérios estatísticos. É aqui que o Engenheiro de Segurança do Trabalho contribui bastante, por conta da familiaridade com métodos quantitativos (cálculos diferenciais, probabilidades, regressões lineares e análises multifatoriais).

Estudos dão conta de que taxas de mortalidade por mesotelioma (grosseiramente, câncer de pulmão), em uma coorte[3] de trabalhadores isolados aparentam ser proporcionais ao tempo (decorrido desde a primeira exposição e o acumulado até o efeito mórbido)[4].

O tempo transcorrido desde a primeira exposição foi particularmente relevante, uma vez que essa variável foi uma aproximação de tempo necessário para uma fibra migrar do seu local de depósito nos pulmões para a pleura.

Esse exemplo demonstra que a cinética de depósito e migração determina em grande medida a função do risco. Um problema possível da *análise do marco temporal* é que ela requer informações detalhadas, relativas aos períodos e níveis de exposição, o que dificulta aplicação em diversos estudos de doenças crônicas.

Considerações finais

Os princípios subjacentes aos modelos de análise farmacocinética e o período de tempo ou intervalo tempo são amplamente aceitos O conhecimento nesse campo tem sido usado, principalmente, para desenvolver estratégias avaliação da exposição. No entanto, para fazer uma utilização mais elaborada desses métodos, faz-se necessário uma considerável pesquisa e esforço.

Portanto, o número de aplicações ainda é limitado. Aplicações relativamente simples, como desenvolvimento de estratégias ótimas para a avaliação da exposição baseada no efeito, são as mais comuns.

A questão importante no desenvolvimento de biomarcadores de exposição ou o efeito é a validação desses índices. Com frequência se diz que um biomarcador quantificável permite prever riscos para a saúde melhor do que métodos ambientais. Infelizmente, poucos estudos de validação justificam essa suposição, que de resto não passa disso.

Biomarcadores definidos pelo Quadro I da NR07

Com base em tudo aqui discorrido, fica evidente que os biomarcadores normatizados não constituem, de forma alguma, uma fronteira entre o bem e o mal; o ambiente sadio e o doentio; ou ainda, entre o são e o doente. Isso, apenas para discutir as relações atinentes à farmacocinética e a toxicologia. Imagine se o escopo fosse os mecanismos adoecedores de um ambiente emocionalmente perturbado, organizacionalmente desequilibrado, cujos efeitos se deem na esfera psíquico-emocional! Sem dúvida, existem mais incertezas que certezas, mais ignorância que saber.

3 Tipo de delineamento epidemiológico, segundo o qual um conjunto de pessoas possui um atributo em comum relativo a um dado período de tempo.

4 Hodgson e Jones (1990) fornecem exemplos desse método em sua análise da relação entre radônio e câncer de pulmão em uma coorte de mineiros de estanho no Reino Unido. Seixas, Robins e Becker (1993) analisaram a relação entre a exposição à poeira e doença respiratória em uma coorte de mineiros de carvão nos Estados Unidos. Um estudo muito interessante, vale destacar, é a análise do intervalo de tempo por Peto et al. (1982).

Controles ambiental (exposição) e biológico (biomarcador)

O leitor deve estar se perguntando: tenho que estudar isso? Controle biológico, farmacocinética e coisas do gênero? Sim. Ao menos para, de relance, ter uma visão panorâmica capaz de nortear decisões e julgamentos decorrentes das incertezas quanto ao saneamento do meio ambiente do trabalho (salubridade ambiental). O EST, invariavelmente, travará debates com os profissionais da área de saúde, notadamente com a medicina do trabalho responsável pelo PCMSO. Por isso, esse tópico foi colocado neste Caderno de Estudos. A parcimônia é fundamental, considerando ambos os aspectos (ambiental e biológico), pois a causalidade verdadeira é desconhecida, porém os efeitos sobre a saúde do trabalhador, esses sim, são terrivelmente constatados. A ciência ainda tateia, mas o EST é capaz de oferecer uma saída menos mórbida e apresentar soluções de gestão que considerem ambos os aspectos, sem precedência entre si. Mas, nunca baixando a cabeça à medicina pela superstição de que tal assunto não pertence ao campo da Engenharia de Segurança do Trabalho. Ato médico diz respeito apenas ao diagnóstico e prescrição terapêutica. Este autor tem a satisfação de informar que, como engenheiro, produziu conhecimento em campo de saúde do trabalhador, com forte corporativismo médico, até então, mediante tese de doutorado, que cria metodologia de predição de doenças do trabalho a partir de marcadores ambientais sintetizados pelo segmento econômico ao qual pertence a empresa – CNAE. Desse estudo nasceu o Nexo Técnico Epidemiológico Previdenciário-NTEP, que, na prática, inverteu o ônus da prova, desde 2007, por força da Lei 11.430/06, transferindo ao patrão a responsabilidade de provar que determinadas doenças vinculadas epidemiologicamente ao CNAE não são do trabalho, pois assim se presumem. Para maior aprofundamento, vide obra: Oliveira-Albuquerque, PR. *Nexo Técnico Epidemiológico Previdenciário-NTEP* e *Fator Acidentário de Prevenção-FAP: Novo Olhar sobre a Saúde do Trabalhador*. Editora Ltr 2010. 2ª Edição. São Paulo-SP.

Indique os valores para os agentes **chumbo inorgânico, estireno e monóxido de carbono**, explicando os significados das seguintes variáveis do quadro I da NR-07: Agente Indicador Biológico (Mat.Biológ.; Análise; VR); IBMP; Método Analítico; Amostragem; Interpretação e Vigência.

UNIDADE
LIMITES DE TOLERÂNCIA
À EXPOSIÇÃO
IV

UNIDADE IV

LIMITES DE TOLERÂNCIA À EXPOSIÇÃO

A história do *TLV* começou em 1938 quando um grupo de higienistas governamentais se encontrou para discutir seus trabalhos. Esse grupo informal continuou a se encontrar anualmente e, em 1945, a depois fundada *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH) adotou uma lista de limites de tolerância à exposição recomendados para 150 compostos desenvolvidos por um de seus membros, Warren A Cook. A lista inicial foi expandida ao longo dos anos, hoje contém mais de 650 materiais.

Em 1974, já havia publicado mais de 33 boletins limites independentes de exposição à poeira tóxica e fumos. Na reunião anual da ACGIH, em 1942, o recém-criado Limites da subcomissão de limiar apresentou em seu relatório uma tabela de 63 substâncias tóxicas com as concentrações máximas "poluentes admissíveis, "com base em listas desenvolvidas por vários serviços de higiene industrial do estado. O relatório continha o seguinte aviso: "A tabela não deve interpretada como uma expressão das concentrações seguras recomendadas.

No início, esses limites eram conhecidos como *Maximum Allowable concentrations, Maximum Permissible Concentrations e Maximum Acceptable Concentration,* Concentrações Máximas Permissíveis e Aceitáveis. O pensamento, então, era que esses eram níveis que nunca deveriam ser excedidos.

Entretanto, com o passar do tempo, essa filosofia mudou. Foi acordado que exposição por curtos tempos a concentrações um pouco mais altas poderia ser aceita, contanto que a exposição total durante o dia fosse abaixo do nível máximo. Esse acordo fez com que a ACGIH desenvolvesse o conceito atual de *TLV*.

O termo TLV recebe o caráter "®". *TLV®* é uma *marca registrada* da ACGIH. Ele é definido como a concentração de contaminante na qual se acredita que a maioria dos trabalhadores podem estar repetidamente expostos, dia após dia, sem desenvolver efeitos adversos à saúde. É importante entender que o *TLV®* não é uma linha divisória entre o seguro e o inseguro.

Devido às diferenças fisiológicas, metabólicas e bioquímicas entre indivíduos, alguns trabalhadores podem desenvolver efeitos adversos, mesmo em concentrações abaixo, enquanto outros podem não ser afetados, mesmo em concentrações acima do *TLV®*.

Acrescente-se que os dados usados para estabelecer os *TLV®* vêm de diferentes fontes, que incluem experiências industriais, estudos com humanos e experiências com animais. Como resultado, a razão para se estabelecer um *TLV®* a um determinado nível varia de substância para substância.

Para alguns materiais como amônia, cloro e dióxido de enxofre, o *TLV®* é estabelecido para prevenir irritação dos olhos e trato respiratório. O *TLV®*, para algumas outras substâncias, é estabelecido para evitar danos nos rins ou fígado, que podem ocorrer após anos de exposição a esses agentes químicos.

Ainda para outras substâncias como Tolueno Diisocianato (TDI), o *TLV®* foi determinado para evitar sensibilização que pode resultar em severas reações alérgicas, mesmo para exposição muito baixa.

Em resumo: *TLV®* (*treshold limit value*) refere-se às concentrações das substâncias dispersas na atmosfera, que representam as condições sob as quais se acredita que quase todos os trabalhadores possam estar expostos continua e diariamente, sem apresentar efeitos adversos à saúde.

Os valores de TLV são calculados para um período de 7 a 8 horas por dia, num total de 40h semanais, sem que isso traga danos para a sua saúde. O TLV é uma média que permite flutuações em torno dela, desde que, no final da jornada de trabalho, o valor médio tenha sido mantido.

CAPÍTULO 8

Limites de exposição ocupacional

Após a inspeção de campo, o EST-higienista deve decidir se é ou não necessário realizar amostragem. A amostragem deve ser feita somente se o seu propósito for claro. O higienista industrial deve perguntar: para que servem os resultados da amostragem? Quais perguntas responderiam?

Tomar amostras e obter números é relativamente fácil. Muito mais difícil é interpretar. Os dados obtidos a partir de uma amostragem ambiental e biológica geralmente são comparados com limites de exposição ocupacional – LEO (ou em inglês: *exposure ocupacional limit* – OEL), recomendados ou obrigatórios.

Muitos países têm estabelecido limites de exposição ocupacional, de exposição biológica e de inalação de agentes químicos e físicos. Existem mais de 60.000 substâncias químicas em uso comercial. Cerca de 650 foram avaliadas por diferentes organizações e países. Os princípios que justificam os limites são determinados por organizações que os estabelecem.

Os limites utilizados (*threshold limit value – TLV*®) são os estabelecidos no EUA pela Conferência Americana de Higienistas Industriais Governamentais (*American Conference of Higienistas Industriais Governamentais* – ACGIH). A maioria dos valores de Limite de Exposição Ocupacional – LEO, utilizado pela *Occupational Safety and Health Administration* – OSHA, nos Estados Unidos, se baseia no *TLV*®.

Todavia, o *National Institute for Occupational Safety and Health* – NIOSH, do Departamento de Saúde e Serviços Humanos Estados Unidos, possui seus próprios limites, chamados de "limites recomendados de exposição (REL)".

No caso de exposições atmosféricas, há três tipos de *TLV*®:

I. *TLV*®-TWA: tempo de exposição média ponderada para um período de oito horas. Escopo: proteger contra os efeitos crônicos na saúde;

II. *TLV*®-STEL: limite de exposição média a curto prazo durante quinze minutos. Escopo: proteger contra efeitos agudos de saúde;

III. *TLV*®-C: máxima instantânea. Escopo: proteção contra substâncias químicas que causam asfixia ou irritação imediatamente.

As orientações sobre os níveis de exposição biológica são chamados de índices de exposição biológicos (BEI).

Não há nenhum OEL para a amostragem de pele ou de superfícies. Cada caso deve ser avaliado separadamente. No tocante à amostragem de superfícies, as concentrações frequentemente são comparadas com níveis de fundo aceitáveis, medidas em outros estudos ou pré-determinada no estudo em curso.

Em amostragem de pele, concentrações aceitáveis são calculadas em função de toxicidade, da velocidade de absorção, do montante absorvido e da dose total. Além disso, o controle biológico de um trabalhador pode ser usado para investigar a absorção através da pele.

Principais tipos de Limites de Tolerância

» **TLV®-TWA (Time Weight Average)** – É a concentração média ponderada pelo tempo de exposição para a jornada de 8h/dia, 40h/semana, à qual praticamente todos os trabalhadores podem se expor, repetidamente, sem apresentar efeitos nocivos.

» **TLV®-STEL (Short Time Exposure Limit)** – É a concentração na qual os trabalhadores podem se expor, por um curto período, sem apresentar efeitos adversos. O tempo máximo de exposição aos valores do TLV-STEL é de 15 minutos, podendo ocorrer, no máximo, 4 vezes durante a jornada, sendo o intervalo de tempo entre cada ocorrência de pelo menos 60 minutos. O TLV-TWA não pode ser ultrapassado ao fim da jornada. Os valores de TLV-STEL devem ser vistos como complementos dos valores de TLV-TWA. Na verdade, servem para controlar flutuações das concentrações das substâncias acima dos valores de TWA estabelecidos. Os valores de TLV-STEL são determinados para substâncias que apresentam efeitos nocivos agudos, prioritariamente aos efeitos crônicos.

» **TLV®-C** (TLV^{c}-**Ceiling)** – É a concentração máxima permitida que não pode ser ultrapassada em momento algum durante a jornada de trabalho. Normalmente, é indicado para substâncias de alta toxicidade e baixo limite de exposição. Contudo, devido à grande variação na suscetibilidade individual, um percentual de trabalhadores pode sentir desconforto diante de certas substâncias em concentrações permissíveis ou mesmo abaixo deles.

No Brasil, o Limite de Tolerância – LT, também chamado de limite de exposição ocupacional, é definido pela NR-15/MTE e são compilados das tabelas os valores de TLV®-TWA que se referem às concentrações médias máximas que não devem ser ultrapassadas numa jornada de 8h/dia, 48 horas/semana. É também uma média que permite flutuação ao longo da jornada de trabalho. Os LT brasileiros são extrapolados dos TLV por meio de uma média aritmética.

Há o nível de ação (**NA**), ou seja, a concentração, a partir da qual medidas preventivas, controles médicos e periódicos devem ser iniciados. De acordo com a NR-09, o **NA** corresponde a uma concentração igual à metade das concentrações permitidas.

Cuidado: Os *TLV* oferecem uma precária aproximação quanto à aceitabilidade da exposição, pois as possíveis interações de fatores combinados, quando trabalhadores estão expostos a várias substâncias químicas, e/ou fatores sinegérticos, carecem de maior acurácia para definição da tolerância.

As Figuras 15 e 16 esquematizam esse subtópico.

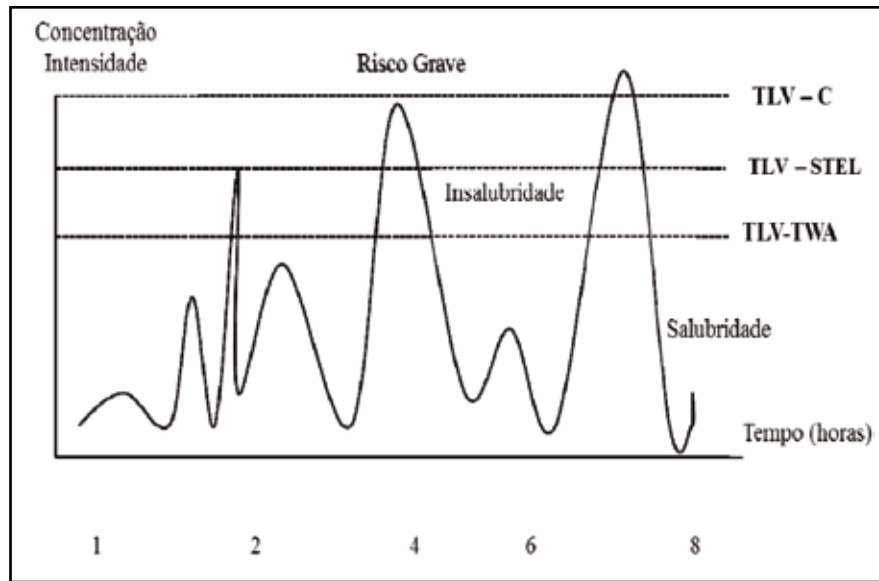



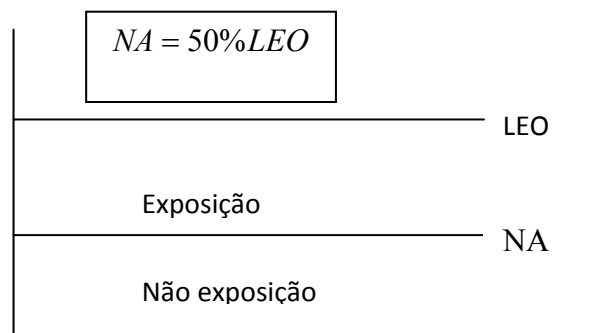
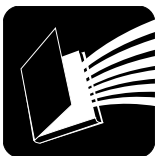
Figura 15. Concentração/Intensidade *versus* Tempo de Exposição e limites de tolerância.

Onde: NA = Nível de Ação; LEO = Limite de Exposição Ocupacional

Figura 16. Nível de Ação.

Entende-se por Limite de Tolerância: A concentração ou intensidade máxima, relacionada com a natureza e o tempo de exposição ao agente...

"... para que nenhum trabalhador sofra transtornos de saúde ou funcionais, nem tenha diminuída sua esperança de vida como consequência de sua atividade laboral."(EUA)

"... não cause no trabalhador, durante sua vida laboral e a de seus descendentes, nenhuma doença ou transtorno do estado normal de saúde que se possa detectar pelos atuais métodos de investigação."(URSS)

"... não causará dano à saúde do trabalhador, durante a sua vida laboral." (Brasil/NR15)

Norma Regulamentadora nº 15 (NR-15) – No item 15.1.5 da NR-15 há a seguinte definição: Entende-se por Limite de Tolerância (para agentes químicos) a concentração máxima, relacionada com a natureza e o tempo de exposição ao agente, que não causará dano à saúde do trabalhador, durante sua vida laboral. Serve apenas para pagar adicional de insalubridade – não se presta à prevenção e muito menos a separar o bem do mal. A NR -15 como se encontra hoje, está **anacrônica, incompleta, equivocada e imprópria**, conforme a seguir:

» **Anacrônica**, porque desde 1978 não é substancialmente atualizada.

» **Incompleta**, porque trata de cerca de 140 substâncias, quando nos atuais TLV há mais de 600.

» **Equivocada**, porque se refere a limites de tolerância, quando, na realidade, não se trata de tolerar nada e sim monitorizar e controlar a exposição ambiental. Equivocada, ainda, quando dá a entender que os danos à saúde do trabalhador não devem aparecer na sua vida laboral, ou seja, depois de aposentado pode?

» **Anacrônica**, porque, à época, a dose era diluída para 48 horas semanais, enquanto hoje, com 44 horas, não houve a correlata diminuição dos TLV.

Contexto das diretrizes dos Limites de Tolerância

Essas diretrizes representam a concentração de substâncias químicas no corpo, que correspondem à exposição por inalação de um trabalhador saudável, dada uma concentração atmosférica específica. Atualmente, 50 países, ou grupos, estabeleceram OEL, muitos dos quais coincidem com o *TLV*®.

No Reino Unido, os OEL são chamados de *Limites de Exposição Profissional,* na Alemanha, de *Concentrações Máximas no Trabalho* (MAK). OEL foi criado para exposição à atmosfera de gases, vapores e partículas. Logo, não contempla os agentes biológicos. Por conseguinte, a maioria dos estudos de exposição a bioaerossóis compara as concentrações no interior e no exterior. Se as características e concentração de organismos são diferentes no interior e no exterior, pode haver um problema de exposição.

Nos últimos 40 anos, muitas organizações em diferentes países propuseram limites de exposição ocupacional – LEO (ou em inglês: *exposure ocupacional limit* – OEL) para contaminantes ambientais. Os limites (diretrizes) que predominaram são publicados, anualmente, pela Conferência Americana de Higienistas Industriais Governamentais – ACGIH, chamados de valor limite de tolerância (*threshold limit value-TLV*®).

Desde sua criação, os OEL, inicialmente apenas para agentes potencialmente prejudiciais, têm-se mostrado bastante úteis. A contribuição do OEL para a prevenção ou redução das doenças do trabalho é um fato amplamente aceito, mas por muitos anos esses limites não existiam, não eram observados, nem mesmo respeitados. Em que pese a evolução da humanidade, essa realidade ainda perdura em muitos locais do planeta.

Já no século XV, era sabido que a poeira e substâncias químicas no ar poderiam causar doença e lesão, mas não existiam referências de concentrações nem de durações para exposição (RAMAZINNI, 1700). As condições de trabalho, as doenças e mortes de trabalhadores demonstraram diretamente que as exposições existentes eram prejudiciais.

A primeira tentativa de estabelecer um OEL decorreu da obra de Max Gruber, no Instituto de Higiene de Munique, publicado em 1883, com o monóxido de carbono, o gás tóxico ao qual muitas pessoas são expostas no local de trabalho. Vide cronologia das OEL na Figura 17 e no Quadro 6. Em seu artigo, Gruber descreveu a exposição de duas galinhas e doze coelhos a concentrações de monóxido de carbono durante um período de até 47 horas ao longo de três dias.

Concluiu que: O limite do monóxido de carbono para manifestar efeito nocivo é encontrado com toda a probabilidade em uma concentração de 500 partes por milhão, mas, com segurança (em nada menos do que), em 200 partes por milhão. Para chegar a essa conclusão, o próprio Gruber inalou monóxido de carbono.

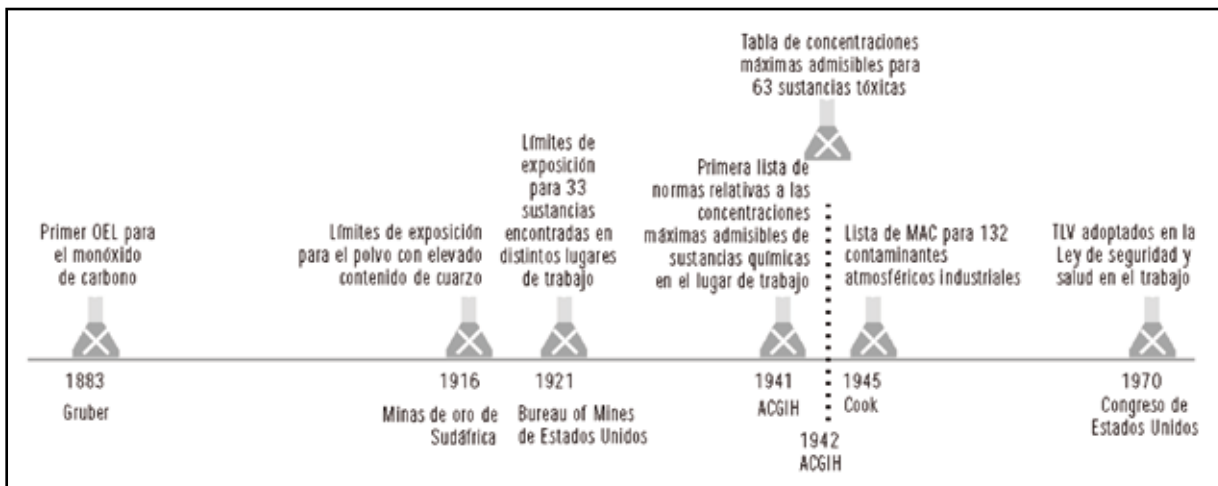



Figura 17. Cronologia das OEL desde o artigo pioneiro de Gruber/1883 até os TLV®/1970.

Fonte: Gruber Apud Cook 1986 – apostilado da ONU

Quadro 6. Cronologia e histórico dos limites de tolerância

1933-38 – União soviética regulamenta os primeiros limites
1941– “Maximum Allowable Concentratinos” (MAC) American National Strandards Institute (ANSI)
1943 – “Hvglene Guides” American Industrial Hygiene Association (AHIA)
1947 – “Threshold limit Values” (*TLV®*), American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)
1968 – Hygiene Standars British Factory Inspectorate
1969 – Maximale Arbeitdplatzkonzetration (MAK), Alemanha
1970 – Permissible Exposure Limits (PELS), OSHA/ EUA
1970 – Recommended Exposure Limits (RELS), NIOSH/ EUA
1978 – Limites de Tolerância MTPS/ Brasil para Pagamento de Insalubridade
1982 – Valeurs Limites D’ Exposition Professionnalle, França.

De Ramazzini até os *TLV*®-ACGIH, passando pelo pioneiro Gruber, foram três séculos. Parece pouco avanço, mas, em verdade, grande é o desafio de fazer "achados científicos" entre meio ambiente do trabalho e os agravos à saúde dos trabalhadores, notadamente pelas nuances político- ideológicas circunscritas ao tema.

Diz-se político porque o *status quo* governamental, por pressões econômicas, adota uma linha epistemológica segundo a qual relação de causalidade não provada não deve ser censurada. Em outras palavras, só há limite de tolerância para situações tardias de adoecimentos e mortes.

Salta aos olhos a lentidão política para definição de tais limites. Basta verificar que, em 1930, havia apenas 12 substâncias químicas industriais tóxicas com concentrações máximas permitidas na URSS, o país que inaugura conectividade da lista (SAYERS, 1927). Hoje se tem notícia que 650 substâncias possuem algum tipo de limite de tolerância catalogado.

Quadro 7. Quadro sinóptico com OEL por país

Argentina
Os OEL são, essencialmente, os mesmos *TLV*® estabelecidos pela ACGIH, em 1978. A principal diferença é que não há STEL para 144 substâncias (do total de 630), mas sim o valor TWA.
Austrália
O *National Health and Medical Research Council* (NHMRC) aprovou, em 1952, uma edição revisada do *Occupational Health Guide Threshold Limit*. Os OEL não têm qualquer estatuto legal na Austrália. O *TLV*®-ACGIH é publicado na Austrália como um anexo das diretrizes da Saúde do Trabalhador, revistos em conjunto com as revisões de anos ímpares da ACGIH.
Áustria
Os valores recomendados pelo Comitê de Peritos sobre a Proteção dos Trabalhadores de Avaliação dos Valores MAC (Concentração máxima permitida), em cooperação com o Instituto para a Prevenção de Acidentes União Geral dos Trabalhadores em Substâncias Químicas, são considerados obrigatórios pelo Ministério Federal de Administração Social, responsável pela execução das inspeções da Lei de Proteção ao Trabalho.
Bélgica
A Administração de Higiene e Medicina do Trabalho do Ministério do Emprego e do Trabalho usa o *TLV*® ACGIH como uma diretriz.
Brasil
No tocante ao pagamento de insalubridade, a regra geral é usar a NR15, editada em 1978, pela Portaria 3.214/MT, que é a desatualizadíssima *TLV*® ACGIH de 1976. No entanto, há exceção. A lista *TLV*® ACGIH mais recente só é obrigatória quando a legislação, que inclui convenções trabalhistas, não dispuser sobre tais limites. Desde 1978, utiliza *TLV*®-ACGIH como base para pagamento de insalubridade, conforme a legislação celetista. À época, a semana de trabalho era de 48 horas, por isso os valores da ACGIH foram ajustados de acordo com uma fórmula desenvolvida para essa finalidade, porém não se atualizou para 44h, conforme a CRFB-88 (anacrônica). A lista ACGIH foi adotada apenas para contaminantes ambientais que, à época, tinham repercussão (desatualizada). O Ministério do Trabalho tentou fixar novos limites e valores para outros poluentes, de acordo com as recomendações da Fundacentro (Não possuem caráter obrigatório, apenas recomendam). **Detalhe importante**: esse regramento vale para fins remuneratórios apenas, pois, para fins prevencionistas, o EST não está vinculado à NR15. **Estranho**, mas é isso que acontece no Brasil! Não se paga adicional de insalubridade porque atende à NR-15, porém há um ambiente de trabalho totalmente insalubre do ponto de vista da higiene do trabalho!
Canadá (e províncias): cada província tem suas próprias regras:
Alberta – OEL são regulados pela Lei de Segurança e Saúde no Trabalho. Regulamentos sobre riscos químicos exigem que o empregador garanta trabalhadores abaixo desses limites.
British Columbia regulamentos sobre segurança e saúde definem, para a maioria das indústrias da província, a lista atual de *TLV*® para poluentes atmosféricos da ACGIH.
Manitoba – Departamento de Ambiente e Saúde e Segurança no Trabalho é responsável pela legislação e sua aplicação em relação ao OEL. As diretrizes atualmente utilizadas são o *TLV*® ACGIH, com exceção de cancerígenos, para o qual prescreve um nível de exposição zero "na medida do razoavelmente possível".
New Brunswick – Os limites são aplicados para a última versão da ACGIH e, em caso de violação, sanção conforme norma legal.
Territórios do Noroeste – Divisão de Segurança dos Territórios do Noroeste do Departamento de Justiça e Serviços regula de acordo com a última edição da ACGIH *TLV*®.
Nova Scotia – A lista OEL é a mesma que a do ACGIH, publicada em 1976, com as posteriores alterações e revisões.

Ontário – Legislação sobre uma série de substâncias perigosas se aplica no âmbito da lei sobre a saúde e segurança no trabalho e é publicada em folhetos diferentes para cada substância, incluída no nível de exposição permissível e os códigos para equipamento respiratório, as técnicas para medir as concentrações ambientais e estratégias de gestão de saúde.
Quebec – níveis de exposição admissíveis são semelhantes aos da *TLV®* ACGIH e níveis permissíveis de exposição a contaminantes ambientais no local de trabalho são obrigatórios.
Chile
A concentração máxima de onze substâncias que podem causar lesão aguda, grave ou fatal não pode ser excedida sob quaisquer circunstâncias. Os valores-limite do Chile coincidem com o *TLV®* ACGIH, que se aplica um fator de 0,8 para considerar a semana de trabalho de 48 horas.
Dinamarca
Os OEL incluem valores de 542 substâncias químicas e 20 substâncias de partículas. Em geral, a lei exige que esses limites não sejam excedidos, como médias ponderadas ao longo do tempo. Dados de ACGIH são em geral coincidentes. Aproximadamente 25% dos valores são diferentes a partir daqueles do ACGIH, e a maioria desses são mais rigorosos.
Equador
Não definiu lista de exposição permissível. *TLV®*s da ACGIH são usados como orientação para boas práticas de higiene industrial.
Finlândia
OEL são definidos como concentração perigosa pelo menos para alguns trabalhadores expostos por muito tempo. Diverge da ACGIH, cujo princípio diz que *quase todos* os trabalhadores podem ser expostos às substâncias abaixo do *TLV®* sem sofrer efeitos adversos. O ponto de vista na Finlândia é que, quando as exposições excedem o valor limite pode causar efeitos adversos à saúde.
Alemanha
O valor MAC é a concentração máxima admissível de uma substância química no ar de uma área de trabalho (tais como gás, vapor, partículas) que, segundo o conhecimento atual, não é prejudicial para a *maioria dos trabalhadores* ou cause outros aborrecimentos. Nessas condições, a exposição pode ser repetida e prorrogada ao longo de um período de oito horas diárias, supondo que uma semana de trabalho tenha em média de 40 horas (42 horas por semana em média sobre quatro semanas sucessivas para empresas que têm quatro turnos trabalho) (...) são utilizados critérios cientificamente comprovados para a proteção da saúde, antes de tomar em conta a sua viabilidade técnica ou econômica.
Irlanda
É geralmente usada o *TLV®* ACGIH mais recente. No entanto, a lista ACGIH não é obrigatória por leis ou regulamentos nacionais.
Países Baixos
MAC são tidos em grande medida a partir da lista da ACGIH e da República Federal da Alemanha e NIOSH. O valor MAC é definido como a concentração "na atmosfera de local de trabalho que, de acordo com o conhecimento presente, em geral, não faz o dano à saúde dos trabalhadores ou dos seus descendentes, mesmo depois do comprometimento da exposição repetida por toda a vida de trabalho.
Filipinas
É usado o *TLV®* ACGIH de 1970, exceto 50 ppm para o cloreto de vinilo e de 0,15 mg/m3 para o chumbo, compostos inorgânicos, fumaça e poeira.
Rússia – Antiga União Soviética
Estabeleceu muitos dos seus limites, a fim de eliminar qualquer possibilidade de efeitos, mas foram reversíveis. Estes respostas subclínicas e totalmente reversível para exposições no local de trabalho têm sido considerados até agora, também restritiva nos EUA e na maioria dos outros países. Na verdade, devido a dificuldades econômicas e técnicas para atingir esses baixos níveis de contaminantes ambientais no local de trabalho, há poucas evidências de que esses limites foram alcançados realmente em países que os adotaram. No entanto, os limites parecem servir mais como metas idealizadas como limites do que conquista para os fabricantes de assumir uma obrigação legal e um compromisso moral.
EUA5
Pelo menos seis grupos norte-americanos recomendam limites de exposição aplicáveis ao local de trabalho: 1) o *TLV®* da ACGIH; 2) limites de exposição Recomendado (REL), proposto pelo Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional (NIOSH); 3) Limites de Exposição Ambiental no Trabalho (WEEL), desenvolvido pela American Industrial Hygiene Association (AIHA);4) os limites de contaminantes ambiental propostos pela Comissão Z-37 da American National Standards Institute (ANSI);5) os guias propostos pela American Association Saúde Pública (APHA 1991); e, 6) as recomendações das autoridades locais, estadual ou regional. Ademais, o Departamento do Trabalho estabeleceu limites admissíveis de exposição (PEL) com força de lei, que, portanto, devem ser cumpridos obrigatoriamente. A *Occupational Safetyand Health Administration* (OSHA) é responsável por impor esses limites.

Fonte: Cook, WA. *Occupational Exposure Limits—Worldwide.* Akron,Ohio – AIHA.1986. Com adaptações.

5 Curiosidade. Faz-se um paralelo com as instituições brasileiras. OSHA←→Fiscalização (MTE); NIOSH ←→Pesquisa Fundacentro (MTE) e ACGIH←→Associação de Profissionais (ABHO).

CAPÍTULO 9

Entendendo melhor os Limites de Tolerância

Os TLV®,,para diferentes substâncias, são claramente estabelecidos por diferentes razões. A natureza e quantidade de informações toxicológicas existentes também variam de substância para substância.

O TLV® não pode ser usado como um índice relativo de toxicidade. Por exemplo, o ozônio com um TLV® de 0,1 ppm não pode ser considerado 50 vezes mais tóxico que o fenol com TLV® de 5 ppm.

A razão para isso é simples: o TLV® do ozônio de 0,1 ppm foi estabelecido para evitar irritação dos olhos e trato respiratório, enquanto que o TLV® do fenol foi estabelecido, principalmente, para evitar danos ao sistema nervoso central. Desde que esses efeitos são claramente tão diferentes, é impossível comparar a toxicidade desses dois materiais.

TLV®-TWA

A maioria dos TLV® é expressa como média ponderada para oito horas de exposição TLV®-TWA. O fato de se fazer o cálculo pela média ponderada permite exposições, em certos momentos, acima do limite estabelecido, contanto que em outros momentos se tenha exposição abaixo do limite estabelecido.

Uma vez que em uma jornada de trabalho a concentração de contaminante varia com o tempo, o cálculo usado para a média de exposição deve incorporar ambos, concentração e tempo de exposição.

TWA para exposição a uma única substância

Na situação mais simples, um trabalhador que é exposto oito horas por dia a 25 ppm de monóxido de carbono teria a média ponderada de exposição por oito horas de 25 ppm. Por outro lado, se essas condições mudarem e o trabalhador ficar exposto durante a metade do dia a 50 ppm de monóxido de carbono e não tiver nenhuma exposição durante a outra metade do dia, ainda assim a Média Ponderada de Tempo – MPT será de 25 ppm. Ao invés de calcular a média simples dividindo oito horas por 50 ppm, deve-se considerar o tempo ao qual o trabalhador ficou exposto a cada concentração.

No caso do exemplo, a exposição total seria calculada para refletir uma exposição de ambos, quatro horas a 50 ppm e as outras quatro horas com exposição a (zero) O ppm. Expresso algebricamente, tem-se: na equação: (50 ppm x 4h) + (0 ppm x 4h) = 200 ppm.h /8h = 25ppm. Fazendo-se uma equação generalizada, a média ponderada de exposição pode ser calculada usando-se a equação:

$$TWA = MPT = \frac{T1 \times C1) + (T2 \times C2) + \ldots + (Tn \times Cn)}{T}$$

onde C1, C2 e Cn indicam a concentração de contaminantes e T1, T2 e Tn indicam o tempo de exposição.

TWA para exposição a misturas direcionadas ao mesmo órgão-alvo

Do ponto de vista prático, os trabalhadores estão sempre expostos a mais do que um contaminante. Muitos processos podem conter uma variedade de materiais, em que cada um contribui para a exposição. Se os materiais têm efeitos toxicológicos similares, seus efeitos combinados devem ser considerados.

Para determinar se há uma superexposição à mistura, a contribuição de cada material deve ser considerada comparando-se a concentração de exposição com o TLV® , como mostrado abaixo:

$$\frac{C1 + C2 + C3}{TLV1 + TLV2 + TLV3}$$

Onde Cl, C2 e C3 indicam as concentrações de contaminantes, e TLV®1,TLV®2 e TLV®3 indicam o respectivo TLV® para cada contaminante. Se a soma dessas razões for maior que um (dose unitária), existe uma superexposição.

Lembre-se, entretanto, que essa regra é válida apenas para quando as substâncias têm efeitos toxicológicos similares, ou seja, todos os contaminantes devem ter o mesmo órgão-alvo, como,por exemplo: todos atacam o sistema nervoso central. Não deve ser usado para misturas com substâncias que afetam diferentes órgãos-alvo, por exemplo: um afeta a pele, outro o fígado, outro os rins.

Uma das limitações do TLV®-TWA, exposição para oito horas, é que ele não leva em consideração situações em que há exposição a alta concentração por um curto período de tempo. Essa exposição simples e aguda a alta concentração pode, por si mesma, resultar em efeitos adversos, mesmo que a medição por oito horas resulte em valores abaixo do TLV®.

Por exemplo, considerando medição de 3.200 ppm de xileno de exposição, de um trabalhador exposto por 15 minutos, a média seria, aproximadamente, de 100 ppm (3.200 ppm x 15min/480 min).

Uma vez que o TLV® para o xileno, por coincidência, também é de 100 ppm, essa exposição não pareceria ser um problema. Entretanto, uma vez que níveis acima de 900 ppm de exposição ao xileno são considerados Imediatamente Perigosos à Vida e à Saúde – IPVS, uma exposição por 15 minutos a 3.200 ppm produziria claramente severos efeitos adversos à saúde.

Essa limitação, imposta pelo TLV®-TWA e LT da NR-15, considerada para oito horas, pode ser corrigida pelo uso de limites de tolerância para curtas exposições, STEL, *Short-Term Exposure Limit.*

O ar contém 400 ppm de acetona (TLV, 500 ppm), 150 ppm de acetato de séc-butila (TLV, 200 ppm) e 100 ppm de metil etil cetona (TLV, 200 ppm).O limite de exposição (TLV) foi excedido?

Limites de Curta Duração *Short-Term Exposure Limit* – TLV® STEL

Os STEL são limites acima dos TLV®-TWA, nos quais os trabalhadores podem ficar expostos por curtos períodos de tempo sem sofrer efeitos à saúde ou impedir o abandono da área por meios próprios.

É importante notar que os STEL não são limites de exposição independentes. Eles são um suplemento para os valores de TLV®-TWA, uma exposição aguda a materiais, cujo TLV® foi baseado em exposições crônicas ou de longo período.

STEL são definidos como exposição média por 15 minutos, que não deve ser excedido, mesmo que a exposição por oito horas esteja abaixo do TLV®-TWA. A exposição ao STEL não deve ser permitida por períodos maiores que 15 minutos e, no máximo, de quatro vezes por dia, com intervalo mínimo de uma hora entre uma exposição e outra.

Não existem dados toxicológicos suficientes para, cientificamente, atribuir valores STEL para todas as substâncias. Para suprir isso, o comitê do TLV® se baseou em alguns estudos da NIOSH, que permitem exposições até três vezes o limite de tolerância por até 30 minutos durante um dia de trabalho. Mas proíbe qualquer exposição a mais de cinco vezes o TLV® ,por qualquer período de tempo.

Concentrações teto – TLV®-C (TLV©-Ceiling)

A natureza dos efeitos adversos de algumas substâncias é tal que nem o TLV®-TWA, nem o STEL dariam uma proteção adequada. Em outras palavras, uma simples exposição acima dos TLV® pode trazer a um caso agudo ou imediato de efeito à saúde irreversível.

Para esses materiais, a ACGIH, estabeleceu concentrações-teto, as quais são níveis que nunca devem ser excedidos. O TLV® para materiais com concentrações-teto é precedido pela letra C maiúscula, do inglês *Ceiling*.

A palavra *pele*, que aparece depois de alguns nomes químicos na lista de TLV®, significa que a exposição total do trabalhador ao contaminante pode ser afetada pela absorção através da pele, incluindo mucosas, membranas e olhos. Essa absorção pode ocorrer devido ao contato com vapores, mas o contato direto com a substância é mais significativo.

Embora algumas substâncias possam causar irritação, dermatite ou sensibilização, a notação *pele* não é baseada nesses efeitos. A notação pele quer chamar a atenção para que precauções adequadas sejam tomadas para proteger o resto do corpo da exposição.

Isso é importante, principalmente em operações em que a concentração de contaminantes com essa notação é relativamente alta. Precauções especiais podem ser necessárias para reduzir a exposição da pele em situações em que os trabalhadores podem ter grandes áreas da pele expostas por um longo período de tempo.

A lista de TLV® não inclui todas as substâncias encontradas na indústria. Uma vez que pouco ou nenhum dado está disponível para muitos materiais, substâncias que não constam na lista não devem ser consideradas como não tóxicas ou inofensivas.

Apesar de o comitê para o TLV® definir que "...sérios efeitos à saúde não são esperados com exposições a concentrações até o limite de tolerância...", ele também recomenda que "...a melhor prática é manter a concentração de contaminantes atmosféricos o mais baixo possível..."

Fator de correção do TLV para o Brasil

Fator de Redução – FR do limite de jornada (h) para ajuste dos limites de tolerância da ACGIH.

$$FR = \frac{40}{h} x \frac{168-h}{128}$$

No caso Brasil, com h=44 semanais o LT seria 8,8 mg/m3, pois $FR = \frac{40}{44} x \frac{168-44}{128}$,

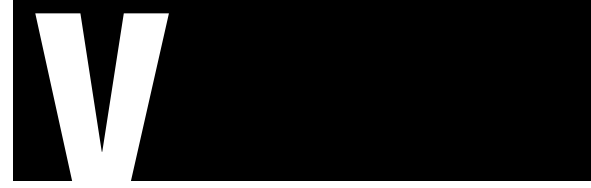
considerando 10 mg/m3 poeira de cimento que o LT de recomendado pela ACGIH.

No caso Brasil, anterior à Constituição da República (1988) com jornada (h) de 48 semanais, qual seria o TLV® de poeira de cimento? Dados: TLV-ACGIH =10 mg/m^3

Discuta e julgue os valores de tolerância do Anexo 11 da NR15 a respeito do Fator de correção do TLV considerando a jornada de 40h,44h e 48h para a referência ACGIH 40h

UNIDADE
CONTROLE DA EXPOSIÇÃO
MEDIANTE INTERVENÇÃO
V

UNIDADE V

CONTROLE DA EXPOSIÇÃO MEDIANTE INTERVENÇÃO

Uma vez que se identifica e avalia um risco, é necessário decidir quais intervenções (métodos de controle) são mais adequadas para controlar esse risco em particular. Métodos de controle são divididos em três categorias, nessa ordem hierárquica:

- Controle de engenharia e Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC).
- Controles administrativos.
- Equipamento de proteção pessoal.

CAPÍTULO 10

Controles de engenharia e Equipamentos de Proteção

Os controles de engenharia são as mudanças nos processos ou instalação de equipamentos que reduzem ou eliminam a exposição a um agente. Por exemplo, substituindo uma substância por uma menos tóxica ou instalando um sistema de ventilação localizada, que elimina vapores gerados durante uma etapa de processo.

Alguns controles de engenharia (EPC) para o ruído são, por exemplo, a instalação de materiais isolantes acústicos, fechamentos ou silenciadores sobre aberturas de ar.

O controle técnico pode mudar o próprio processo, como, por exemplo, a eliminação de um ou mais passos de desengorduramento em um processo que, anteriormente, exigia três estágios. Ao eliminar a necessidade da tarefa que produz exposição, se controla a exposição total do trabalhador.

A vantagem de controles de engenharia (técnicos) é que eles exigem a participação relativamente pequena de trabalhadores que podem continuar com o seu trabalho em um ambiente mais controlado se, por exemplo, contaminantes da atmosfera são removidos automaticamente.

O contrário ocorre ao se eleger, como medida de controle, o uso de um respirador para o trabalhador, que não prática remanesce *não controlado* o ambiente de trabalho.

Além instalar ativamente controles de engenharia nos equipamentos existentes, uma empresa pode adquirir novos equipamentos que incorporam tais controles ou outros mais eficazes.

Abordagem combinada é mais eficaz, qual seja, instalação de controles de engenharia e adoção de medidas administrativas (rodízio ou redução de horas trabalhadas em ambiente insalubre, por exemplo, até que se adquiram novos equipamentos com controles mais efetivos que permitam voltar ao regime normal de trabalho).

Alguns exemplos de controle de engenharia:

a. ventilação geral e localizada;

b. isolamento, colocando uma barreira entre o trabalhador e o agente/fonte;

c. substituição por materiais menos tóxicos, ruidosos, reverberantes e inflamáveis etc.;

d. mudanças no processo, com eliminação de estágios perigosos.

O EST deve participar ativamente do projeto ou escolha de controles de engenharia, considerando as tarefas realizadas, dando voz e vez ao trabalhador, que, em última análise, é o cliente final disso tudo. Por exemplo, instalar barreiras no local de trabalho pode dificultar significativamente a capacidade de um trabalhador para fazer seus trabalhos e pode reduzir o seu desempenho.

Os controles de engenharia são os métodos mais eficazes para reduzir a exposição, todavia, são os mais caros (eficazes e dispendiosos). Nada disso, porém, isenta a participação ativa dos trabalhadores na escolha e no projeto desses controles. Tal participação, além de um direito constitucional do trabalhador, demonstra honestidade e respeito que, ao final, redundarão em aumento da probabilidade de que os controles sejam efetivos na redução da exposição.

Controles administrativos

Os controles administrativos são mudanças (no campo da engenharia de produção) na maneira de executar tarefas associadas ao processo de trabalho, como, por exemplo, redução do tempo de trabalho em zona perigosa, rodízio de pessoal, criação de turnos, proibição de horas extras. Os controles administrativos podem aumentar a eficácia de uma intervenção, mas requerem cuidados:

a. A rotação de trabalhadores pode reduzir a exposição média total durante um dia de trabalho, mas aumenta o número de trabalhadores que serão submetidos às altas exposições por curtos períodos de tempo. À medida que se conhece mais sobre os tóxicos e seus mecanismos de atuação, se sabe que exposições de pico (*TLV*®-STEL-curta duração) podem representar um risco maior que aquele estimado à exposição média (*TLV*®-TWA).

b. A mudança nas práticas de trabalho pode representar um grande desafio de implementação e acompanhamento. A aplicação e o monitoramento das práticas de trabalho determinam sua eficácia.

Discorra sobre o seguinte paradoxo relacionado ao controle administrativo-patrimonial (saúde contábil) versus controle administrativo-hominal (saúde do trabalhador). No primeiro, a empresa faz questão ter o trabalhador, qualquer que seja o tamanho da despesa (investimento), atuando com sistemas de manutenção, controle e vigilância, de forma a assegurar a saúde dos estoques, das máquinas, das instralações, dos ativos contábeis; no segundo, alega inviabilidade econômica,cuja rubrica de despesa nunca é investimento.

A atenção constante exigida pelos controles administrativos representam um custo importante, por isso são negligenciados, via de regra, ao ponto de se sucumbirem ao barato e fácil uso da pseudoproteção do equipamento de proteção individual – EPI.

Eis o grande desafio do EST: escapar da armadilha do uso mântrico do EPI em detrimento das medidas de controle de engenharia e administrativos. Prática nefasta de Epiização

Equipamento de Proteção Individual – EPI

De pronto, cabe a ressalva de que o uso do EPI só é razoável na total impossibilidade de controles técnicos e administrativos e, mesmo assim, em caráter emergencial, com prazo determinado. Fora disso, é crime de expor o trabalhador a risco.

O EPI é um penduricalho, definido pelo empregador, entregue ao trabalhador, mediante recibo, para uso obrigatório no próprio corpo durante a execução de determinadas tarefas, cuja desobediência enseja motivação de dispensa por justa causa. Exemplos: respiradores, óculos, luvas de proteção, viseiras e o símbolo maior do empobrecimento teórico da engenharia de segurança do trabalho: o capacete.

O EPI, repita-se, só é usado nas situações nas quais os controles de engenharia e administrativos não são levados a efeito (controle de exposição para níveis aceitáveis).

O EPI, isoladamente, raramente oferece proteção significativa aos trabalhadores; isso sob o aspecto técnico, intrínseco à fabricação, pois na prática sempre há contornos que são alheios às condições laboratoriais; além dos operacionais, dado que os requisitos de uso são proibitivos, tais como escolha adequada a todas as situações de campo, uso durante toda a exposição ou jornada, higienização, troca periódica, treinamento.

Se tudo isso acontecer, no limite teórico, tem-se, para mitigação da exposição das vias aéreas, o fator de proteção do EPI (razão de concentração fora e dentro do respirador) , que pode ser 1.000 ou mais para respiradores de ar com pressão positiva; ou até 10.000, para respiradores que purificam o ar e ocupam metade da face. As luvas podem diminuir a exposição de contato contra solventes. Os óculos servem de anteparo mecânico contra as substâncias colimadas.

CAPÍTULO 11

Intervenção: fatores a considerar

Em geral, para reduzir a exposição aos níveis aceitáveis, combinam-se diferentes tipos de controles. Existem fatores a considerar na escolha de uma intervenção. Por exemplo:

1. eficácia dos controles;
2. nível aceitável de exposição;
3. adequação das propriedades de alerta do material;
4. frequência de exposição e rota (s) de exposição;
5. formação e informação.
6. facilidade de uso;
7. custo dos controles.

Eficácia dos controles

A eficácia dos controles é, obviamente, um aspecto fundamental quando se tomam medidas para reduzir a exposição. Quando se compara um tipo de intervenção com outro, há que se observar o nível de proteção necessário para evitar o controle excessivo, e, por conseguinte, desperdício de recursos que poderiam ser usados para reduzir outras exposições que afetam os demais empregados.

Por exemplo, não faz sentido investir grande montante em revestimento acústico de paredes se a simples mudança de leiaute, deslocando a fonte ruidora para fora do prédio, for possível.

Contrário senso, para baratear o investimento, faz-se uso de controle deficiente ao deixar o trabalhador exposto a condições insalubres. Por exemplo, improvisar materiais com uso de recorte de borracha (sandálias) ao invés de dimensionar aplicação de material específico (neoprene) para amortecimento dos pedestais das máquinas reverberantes.

Um passo útil para racionalizar a decisão é classificar as intervenções de acordo com a sua efetividade (eficácia+eficiência) e então decidir a aplicação, considerando a importância e objetivos desse balanço.

Nível aceitável de exposição

Se se estuda a aplicação de controles para proteger o trabalhador de uma substância como acetona, cujo aceitável nível de exposição é da ordem de 800 ppm, esse nível pode reduzido para 400 ppm ou menos com relativa facilidade.

O exemplo da acetona contrasta com o controle de 2-etoxietanol, cujo nível aceitável de exposição é de 0,5 ppm. Para atingir a mesma redução percentual da acetona – 50% – de 0,5 ppm para 0,25 ppm, muitos e diferentes controles deverão ser adotados.

De fato, com tais baixos níveis de exposição, o uso de material pode se tornar o principal meio de controle. Quando os níveis de exposição são elevados, a ventilação pode conseguir a redução necessária. Assim, na prática, o nível do aceitável estabelecido (por governo, empresas etc.) para uma substância condiciona a escolha dos controles.

Adequação das propriedades de alerta

Quando se tenta proteger o trabalhador de um risco ambiental deve-se considerar as propriedades que alertam a presença de um material/substância indesejável, tais como o odor ou a irritação por ele produzida. Por exemplo, se um empregado trabalha com semicondutores em uma zona na qual a arsenamina é usada, a extrema toxicidade do gás constitui risco significativo.

A situação é agravada pela difícil detecção da arsenamina, pois os trabalhadores não podem detectá-la pela visão ou pelo olfato antes de sua concentração ultrapassar os níveis aceitáveis.

Nesses casos, tais controles por advertência não são aceitos por motivos óbvios, porém são marginalmente eficazes uma vez que ainda se prestam aos alertas de nível máximo ultrapassado.

A solução, nesse caso, fica restrita ao campo da engenharia com instalação de controles técnicos que isolam o trabalhador a partir do material, sem descartar o detector de arsina, para aviso aos trabalhadores em caso de falha.

Em situações de risco de exposição à alta toxicidade e escassas propriedades de aviso, deve-se abordar o problema com atitude flexível e reflexiva o suficiente para equacioná-la.

Frequência de exposição

O modelo clássico para avaliar a toxicidade usa a seguinte relação:

$$\text{Tempo} \times \text{Concentração} = \text{Dose}$$

A dose, no caso em apreço, é a quantidade de material que está disponível para absorção. Até agora, foram discutidas as formas de minimizar (reduzir) o fator *concentração* nessa equação. Por óbvio, pode-se reduzir a dose diminuindo a duração da exposição (controles administrativos). O problema aqui não é que o trabalhador labore certo tempo em uma área contaminada, mas quantas vezes (frequência) realiza essa operação (tarefa).

A exposição se controla afastando os trabalhadores da zona de exposição. O esforço de intervenção não se destina a controlar a concentração de substância tóxica, apesar da possibilidade de abordagem combinada, mas para introduzir controles apropriados à frequência mediante cronograma de trabalho (tempos e movimentos).

Por exemplo, se uma operação com desengordurante é realizada rotineiramente, medidas de controle devem incluir ventilação, substituição por solvente menos tóxico ou automação do processo.

Se a operação acontece com pouca frequência (por exemplo, uma vez por trimestre), o EPI pode ser uma alternativa viável, com todas as ressalvas e cuidados descritos.

Esses exemplos ilustram que a frequência com que se executa uma operação pode afetar diretamente a seleção de controles. Por isso, seja qual for a situação de exposição, o EST deve perscrutar a frequência, ciclo de trabalho, sazonalidade, para decidir corretamente sobre o modo de proteção. Obviamente, a via de exposição influencia a escolha do método de controle. Se for um irritante respiratório, deve-se considerar o uso de ventilação etc. O desafio para o EST é identificar todas as rotas de exposição.

Por exemplo, éteres de glicol são usados como solventes transportadores em operações de impressão. Pode-se medir a concentração atmosférica na zona de respiração e introduzir controles.

No entanto, éteres de glicol são rapidamente absorvidos pela pele intacta. A pele representa uma rota importante de exposição e deve ser considerada. Nesse caso, como de resto é muito comum, o EPI, além de atrapalhar, só agrava, pois, se usadas luvas inadequadas, a exposição à pele pode continuar por muito tempo, mesmo depois de cessada ou reduzida a exposição ambiental.

O EST deve avaliar propriedades físicas, químicas e toxicológicas da substância para determinar quais as vias de exposição são possíveis e prováveis, dependendo das tarefas desempenhadas pelo empregado.

O EST pode ser flexível para os requisitos de política, mas deve aplicar os controles mínimos obrigatórios. Outro aspecto dos requisitos regulamentares é que os controles obrigatórios podem ser menos eficazes ou conflitarem com as opiniões do EST.

Nessas situações, o EST deve ser criativo e encontrar soluções que satisfaçam ambos os requisitos regulamentares e objetivos da boa prática organizacional.

Formação e informação

Seja qual for o tipo de intervenção escolhida, em última análise, sempre se deve fornecer gratuitamente treinamento e todos os canais possíveis de informação para que trabalhadores sejam cônscios das intervenções, da razão da escolha, da redução na exposição planejada e do papel que desempenham na consecução dessas reduções.

Sem a participação e conhecimento dos trabalhadores se tornam inócuas as intervenções, que tendem a falhar ou ter eficácia reduzida. A formação sensibiliza quanto à existência de perigos. Isso é de grande valia para o EST.

O treinamento, a rotulagem e outras atividades conexas podem subsidiar um programa de gestão ambiental, como também atender às normas legislativas.

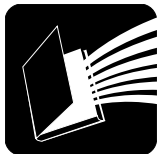
Facilidade de uso

Para o controle eficaz, é necessário que o trabalhador exerça as funções de seu trabalho, ao mesmo tempo em que use/aplique esse controle. Por exemplo, se o método de controle escolhido é uma substituição, o trabalhador deve: conhecer os riscos da nova sustância química, ser treinado no manuseio, conhecer os procedimentos de evacuação correta etc.

Se o controle é um isolamento, ou a colocação de um dispositivo que separa a substância da fonte do trabalhador, em qualquer caso, deve-se permitir que o trabalhador, sem restrição, realize as tarefas demandadas.

Se as medidas de controle interferirem nas tarefas de trabalho, o trabalhador irá se recusar a operá-las, usá-las, mantê-las e, eventualmente, encontrará outras formas de executar suas tarefas, muitas das quais ainda mais exposto.

Custos

Todas as organizações têm recursos limitados. O desafio é maximizar os recursos. Quando exposições perigosas são identificadas e se desenvolve uma estratégia intervenção, o custo é um fator a ser levado em conta. A “melhor compra” nem sempre será a de maior ou menor custo.

Oliveira-Albuquerque, PR. Nexo técnico epidemiológico previdenciário-NTEP e Fztor acidentário de prevenção-FAP: Novo Olhar sobre a Saúde do Trabalhador. Editora LTr 2010. 2ª Edição. São Paulo-SP. <http://www.ltreditora.com.br/ntep-fap-nexo-tecnico-epidemiologico-previdenciario-fator-acidentario-de-prevenc-o-1.html>

O custo só se torna um fator depois de identificados os métodos viáveis de controle. Em seguida, o custo pode ser usado como um critério para selecionar os controles mais eficazes para a situação dada.

Se o custo for desde o início o fator determinante, sem dúvida os controles escolhidos serão deficientes ou inadequados, ou, ainda, interferirão sobre o trabalho do empregado.

Não é sensato escolher controle de baixos custos que atrasam a produção, pois o processo perderia produtividade e o custo seria bem maior. Em pouco tempo o custo “real” desses controles de “baixo custo” seria enorme.

Para entender a respeito dos custos vinculados às questões jurídicas relacionadas às indenizações por acidente do trabalho (que inclui as doenças do trabalho) e tributárias, com o advento do NTEP e FAP., veja a obra desse autor: Oliveira-Albuquerque, PR. NTEP e FAP: Novo Olhar sobre a Saúde do Trabalhador. Editora LTr 2010. 2ª Edição. São Paulo-SP.

Para entender a respeito dos custos vinculados às questões jurídicas relacionadas às indenizações por acidente do trabalho (que inclui as doenças do trabalho) e tributárias, com o advento do NTEP e FAP., veja a obra desse autor:

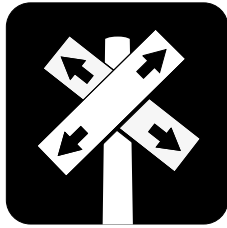
Oliveira-Albuquerque, PR. NTEP e FAP: Novo Olhar sobre a Saúde do Trabalhador. Editora LTr 2010. 2ª Edição. São Paulo-SP.

Os engenheiros industriais aportam seu conhecimento nas instalações, etapas e processos de produção como um todo; analistas financeiros, o conhecimento sobre alocação de recursos.

O EST fornece uma perspectiva específica para esse debate, graças ao seu conhecimento das tarefas de cada trabalho, sua interação com o equipamento de fabricação e como os controles funcionam em um determinado ambiente. Essa abordagem de equipe aumenta a probabilidade de escolher o controle mais adequado (a partir de diferentes perspectivas).

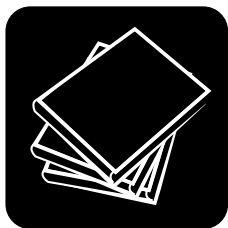
Considerações finais

Nesta breve descrição das intervenções, há questões gerais para estimular o pensamento. Na prática, essas disposições se tornam muito complexas e têm implicações muitas vezes importantes para a saúde dos trabalhadores e da empresa.

O julgamento profissional do EST é essencial para escolher os melhores controles. *Melhor* é um termo que tem muitos significados. Sem dúvida, o uso de gestão participativa e compartilhada promove o verdadeiro alcance da palavra melhor, que passa necessariamente por trabalho em equipe, considerando o trabalhador como sujeito de direitos e não um objeto ou mero colaborador; gestão responsável com prestação de contas e suporte técnico, este último razão de ser deste curso de Engenharia de Segurança do Trabalho – EST.

PARA (NÃO) FINALIZAR

Nesse voo panorâmico foi possível perceber as definições básicas da Engenharia de Segurança do Trabalho ao passo que se abordou, criticamente, a inserção da Higiene do Trabalho. Ficou clara a extensa fronteira e o leque de opções à escolha do Engenheiro de Segurança do Trabalho – EST , conforme as suas oportunidades profissionais ou vocação.

Possibilitou-se, ainda, a ele, classificar e identificar perigo, risco e fator de risco ambiental, compreendendo a relação entre higiene do trabalho, avaliação e gestão de riscos, compreensão essa que alcançou as estratégias de amostragem relacionadas ao controle ambiental e biológico. Há um movimento em zigue-zague dos fundamentos básicos biológicos relacionados aos fatores ambientais que se entrelaçam e muitas vezes se confundem.

Apropriar-se dos mecanismos de controle para intervenção ambiental, por último, é o grande instrumento do EST para fazer diferença nesse sistema produtivo pragmático, muito pouco romântico, às vezes deliberadamente mórbido, mas que tem solução: e ela está sem dúvida em uma das mãos da Engenharia de Segurança do Trabalho. Ah! A outra mão? Quase esqueci: é para continuar folheando...

REFERÊNCIAS

AIHA. A. **Strategy for assessing and managing occupational exposures**. Fairfax, 1998.

Anais. [S.l]: Itsemap do Brasil, 2003.

______. Prevenção de Riscos. **Revista Proteção**, n. 141/143, set./nov. 2003. (Série Estratégia de Amostragem).

ARIENS, E.J; LEHMANN, P.A; SIMONIS, A.M. **Introduccion a la Toxicologia general**. Diana, México, 1978.

ASTETE, Martin G.Wells. **"Manual Prático de Avaliação do Barulho Industrial".** Fundacentro, 120 p., 1978.

ATHERLY, GA. **Critical review of time-weighted average as an index of exposure and dose, and of its key elements.** Am Ind Hyg Assoc J 46:481-487. 1985.

AZEVEDO, F.A & DELLA ROSA, H.V –**Apostilas de Toxicologia Ocupacional**. Vol. 1 e 2, São Paulo, 1980.

BERANECK, C.C. **"Noise and Vibration Control".** Mcgraw Hill N, 120 p., 1971.

BERNARD, A & LAUWERYS, R .Assessment of human exposure to chemical through biological monitoring. In.: KOPFLER, F.C. & CRAUN, g f (eds) **Environmental Epidemiology**. Lewis Publ. Inc. Chelsea, 1986, p. 17-28.

BIRD, Frank E. **"Liderazgo Practico en elControl de Perdidas"** – 442 pgs – DetNorskeVeritas – 1985

______ **"Loss Control Management".** Institute Press, 562 p. , 1976.

BLOMFIELD, J.J. **"Introduccion a la Higiene Industrial"**, Reverte S/A.,374 p., 2ª Edição, 1964.

BOGERS, M, LM Appelman, VJ Feron, et al. **Effects of the exposure profile on the inhalation toxicity of carbon tetrachloride in male rats.** J Appl Toxicol 7:185-191. 1987.

Borrador do Sistema de Gestão preconizado pela OIT.(s.d)

BRINK JR., Joseph. **"Indústria de Processos Químicos"**. Guanabara Dois.(s.d.)

BROWN, David B.. **"Systems Analysis and Design for Safety"**. Pretice Hall, 397 p., 1976,

BURGESS, William A. **"Identificação de Possíveis Riscos a Saúde do Trabalhador".** Ergo, 540 p., 1997.

BURGESS, William A.. **"Possíveis Riscos à Saúde do Trabalhador nos Diversos Processos Industriais"**. Ergo Editora Ltda.(s.d.)

CASARETT AND DOULL'S. **Toxicology** – The basic science of posions. 3ª ed, MacMillian Publishing Company, New York, 1986.

______ **Toxicology** – The basic science of poisons. 4ª ed, MacMillian Publishing Company, New York, 1996.

CASARETT; **Internacional Congresso sobre Saúde Ocupacional**, 1985; Jacobs 1992; Leidel, Busch e Lynch de 1977; Olishifski de 1988; Rylander 1994.1980.

CASSEL, John, **"The Education and Training of Engineers for Environmental Health".** Edworldhealth Organization. ,152 p., 1970.

CHAVES, Neuza Maria Dias. **"Soluções em Equipe".** DG, 190 p. ,2000.

CHILE. Consejo Nacional de Seguridad, **"Anais da III Jornada Interamericana Sobre Ruído e a Comunidade Chile"**. CNS, 1350 p., 1979.

COOK, WA. **Maximum allowable concentrations of industrial contaminants**. Ind Med 14(11):936-946. 1945.

—.**Occupational Exposure Limits**. Worldwide. Akron, Ohio: American Industrial Hygiene Association (AIHA). 1986.

CROOCKER, Malcolm J. **"NoiseControl".** CCR Incorp. 299 p., 1975. .

DEMING, W. Edwards. **"Qualidade**: A Revolução da Administração". 367 p. Marques Saraiva, 1990.

DJURIE, D- **Molecular** – Cellular aspects of Toxicology .Who collaborating Institue for ocupacional Health, beogrado, 1979.

DORIA FILHO, U. **Introdução à bioestatística para simples mortais**. Negócio Editora, 2ª edição, São Paulo, 1999.

FALCONI, Vicente. **"TQC Controle da Qualidade Total".** EDG, 224 p.,1999.

FANTAZZINI, Mario L. **Introdução à estratégia de amostragem de agentes ambientais**. Material didático da disciplina "Estratégia de Amostragem"..Curso de Higiene Ocupacional. **PECE –USP**. São Paulo, 2003.

__________. Módulos didáticos do curso higiene ocupacional 1992 – 2003.

FERNICOLA,N.A.G.G.; JAUGE, P. **Nociones Basicas de Toxicologia**. ECO/OPAS, Médico, 1985.

FLETCHER, John A.. **"Total Environmental Control"**. Nacional Profile Limited, 161 p., 1970..

FRITZCHE, C.Helmutt. **"Tratado de Laboreo de Minas**". Labor S/A, 2º Vol., 9ª Edição, (s.d.) .

FUNDAÇÃO CRISTIANO OTTONI ."**Casos Reais de Implantação de TQC**".335 p. – Editora Littera Maciel – 1994.

FUNDACIÓN MAPFRE. "Curso de Higiene Industrial". Editorial Mapfre, 685 p. ,1985.

GEORGES, Samir N.V.. **"Ruído, Fundamentos e Controle".** Departamento de Engenharia Mecânica UFSC. 600 p..1992.

GILBERT, Michael J. . **"Sistema de Gerenciamento Ambiental – ISO 14001**". Iman, 257 p., 1995.

HAMMER WILLIE. **"Handbook of System and Product Safety"**. Englewood Cliffs, Prentice Hall,351 p., 1972.

______ **"Occupational Safety Management and Engennering"**. Englewood Prentice Hall. 948 p., 1972.

HERRERO, NarcisoPerales. **"Tratado de Higiene e Seguridad del Trabajo"**. Ministério del TrabajoEspaña, Tomo III, 814 p., 1971. .

HODGSON, JT, RD Jones. **Mortality of a cohort of tin miners 1941-1986**. Br J Ind Med 47:665-676. 1990.

HOUBA, R, D. et.al.. **Exposure sensitization relationship for alpha-amylase allergens in the baking industry**. Am J Resp Crit Care Med 154(1):130-136, 1996.

J.R.Hassal, **"AcusticNoiseMeasurements".** BruelKajaer, 4ª Edição, 280 p., 1979 .

KINLAW, Dennis C. . **"Empresa Competitiva Ecológica"**. Makron Books, 250 p.,1998.

LAUWERYS, R. **Precis de Toxicologie Industrielle et des Intoxicacions Professionnelles,** Editions, J. Duculot, Gemblouse, 1972.

MAULET, Henry. **"Laser-** Princípios e Técnicas de Aplicação". Manole Ltda, 538 p., 1987.

MEGGINSON, Leon C. **"Administração, Conceitos e Aplicações".** Harbra, 543 p.,1986.

MEGLIORINI, Evander. **"Custos** – 192 pgs – Makron Books – 2001.

MENDELSON, ML; PEETERS, JP & NORMANDY, MJ. **Biomarkers and Occupational Health**. Progress and Perspectives. 1995.

MINISTÉRIO DA SAÚDE/**NORMA DE VIGILÂNCIA DOS TRABALHADORES EXPOSTOS AO BENZENO** – JULHO 2003

MOURA, Reinaldo, **"Desmistificando a ISO 9000**, Editora IMAN.(s.d.)

NEPOMUCENO, L.X.. **"Barulho Industrial"**.ABPA, 158 p., 1984. .

NEPOMUCENO, Luiza de Arruda.**"Elementos de Acústica Física e PsicoAcústica".** Edgard Blucher, 104 p. ,1994.

NIOSH 77-173. **Occupational Exposure Strategy Sampling Manual**.(s.d.)

NOGUEIRA, Luis Carlos Lima. **"Gerenciando pela Qualidade Total na Saúde".** Littera Maciel, 94 p. ,1996.

OGA, S – **Fundamentos de Toxicologia**. Ed. Atheneu – São Paulo, 1996

OLIVEIRA, Albuquerque, PR. **Nexo Técnico Epidemiológico Previdenciário-NTEP e Fator Acidentário de Prevenção-FAP**: Novo Olhar sobre a Saúde do Trabalhador. São Paulo: LTr, 2ª Edição, 2010.

______ . **Do Exótico ao Esotérico**: Uma Sistematização da Saúde do Trabalhador. São Paulo: LTr, 1ª Edição, 2011.

OLIVEIRA, Sebastião Geraldo – "Indenizações por Acidente do Trabalho ou Doença Ocupacional" – 350 pgs – Editora LTr – 2005

OLIVEIRA,Albuquerque, PR. **NTEP e FAP**: Novo Olhar sobre a Saúde do Trabalhador. LTr . 2ª Edição. São Paulo-SP. 2010.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO. **"Proteccion de los Trabajadores Contra LasRadiaciones Ionizantes"**. OIT, 78 p., 1987.

PATNAIK, Pradyot. **“Propriedades Nocivas das Substâncias Químicas”.** Ergo, 546 p., 2002.

PETERSON, Jack E. **“Industrial Health”**. Prentice Hall Incorp.347 p., 1977..

PETO, J, H; Seidman, IJ Selikoff.. **Mesothelioma mortality in asbestos workers**: implications for models of carcinogenesis and risk assessment. Br J Cancer 45:124-134.1982.

PONZETTO, Gilberto.**“Mapa de Riscos Ambientais”.** LTr,120 p. 2002.

RAMAZINNI, B. **De Morbis Atrificum Diatriba [Diseases of Workers]**. Chicago: The Univ. of Chicago Press. 1700.

RAPPAPORT, SM, E Symanski, JW Yager, LL Kupper. **The relationship between environmental monitoring and biological markers in exposure assessment**. Environ Health Persp 103 Suppl. 3:49-53. 1995.

RIBEIRO FILHO, Leonídio Francisco e Colaboradores. **“PPRA e PCMSO na Prática”.** Gênesis Editora, 304 p., 1996.

ROTHERY, Brian. **“ISO 9000”.** Makron Books, 268 p.,1993.

SAYERS, RR. **Toxicology of gases and vapors**. En International Critical Tables of Numerical Data, Physics,Chemistry and Toxicology. Nueva York: McGraw-Hill. 1927.

SEIXAS, NS, TG Robins. **A novel approach to the characterization of cumulative exposure for the study of chronic occupational disease**. Am J Epidemiol 137:463-471. M Becker, 1993.

SESI – **“Manual de Segurança e Saúde no Trabalho”.** SESI. 390 p., 2004.

SHEREVE, R. Norris .**“Indústrias de Processos Químicos”**.Guanabara Dois, 717 p. ,1980.

SILVA, Ezequiel, **“Glossário de Termos e Corpos Químicos**”. Caravellas Ltda, 236 p., 1960. .

SILVA, Remi Benedito. **“Ventilação e Ar Condicionado”.** USP, 376 p., 1974.

SIQUEIRA, M.E.P.B.; DELLA ROSA, H.V.; FERNICOLA, N.A.G.G. **Monitoramento Biológico da Exposição Ocupacional**. MOS, 1989.

SMITH, TJ. **Development and application of a model for estimating alveolar and interstitial dust levels**. Ann Occup Hyg 29:495-516. 1985.

TUFFI, M Saliba. **Curso básico de segurança e higiene ocupacional**. Edição 3, p.462, LTr, 2010..

UNIVERSITY OF MICHIGAN. **“The Industrial Environment its Evaluation and Control”.** SYLLABUS, 302 p,, 1975..

VIEIRA, S. **Introdução à Bioestatística**. 2ª Edição, Campus, Rio de Janeiro, 1991.

WEIL, E. **Eléments de Toxicologie industrielle**. Masson et cie, éditeurs, Paris, 1975.

ANEXOS

SIGLÁRIO

1	AAF – Análise de árvore de falhas
2	ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental
3	ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
4	ABPA – Associação Brasileira de Prevenção de Acidentes
5	ABP-EX – Associação Brasileira para a Prevenção de Explosões
6	ABPI – Associação Brasileira de Prevenção de Incêndios
7	ACGIH – American Conference of Governametal Industrial Higienists
8	ADC – Árvore de Causas
9	AET – Análise Ergonômica do Trabalho
10	AFT – Auditor Fiscal do Trabalho
11	AFRA – Abertura de Frente de Radiografia Industrial
12	AIDS – Acquirite Imuno-Deficience Syndrom
13	ALAEST – Associação Latino-americana de Engenharia de Segurança do Trabalho
14	ALAIST – Associación Latino-americana de Ingeniaría de Seguridad del Trabajo
15	ALARA – As Low As Reasonably Achievable
16	AMFC – Análise de Modo de Falhas e Efeitos
17	ANA – Agência Nacional de Águas
18	ANDEF – Associação Nacional dos Fabricantes de Defensivos Agrícolas
19	ANEST – Associação Nacional de Engenharia de Segurança do Trabalho
20	ANSI – American National Standards Institute
21	ANVS – Associação Nacional de Vigilância Santária
22	APES – Associação Paranaense de Engenheiros de Segurança do Trabalho
23	APF – Alto Ponto de Fluidez
24	APNRI – Análise Preliminar de Níveis e Risco e Impacto
25	APP – Análise de Problemas Potenciais
26	APR – Análise Preliminar de Riscos
27	ARE – Análise de Risco Específico
28	ART – Análise de Risco da Tarefa
29	ART – Anotação de Responsabilidade Técnica (CREA)
30	ASME – American Society of Mechanical Engineers
31	ASO – Atestado de Saúde Ocupacional
32	AT – Acidente de Trabalho
33	ATEX – (ATmosphere EXplosibles) – Atmosfera Potencialmente Explosiva
34	ATPE – Atmosfera Potencialmente Explosiva
35	ATR – Autorização para Trabalho de Risco

36	AVCB – Atestado de Vistoria do Corpo de Bombeiros
37	BAL – British Anti-Lewisite (Dimercaprol); Bronchoalveolar Lavage
38	BHC – Benzene Hexachloride (hexacloro benzeno)
39	BO – Boletim de Ocorrência
40	BPF – Baixo Ponto de Fluidez
41	BS – British Standard (norma britânica sobre saúde e segurança ocupacional)
42	BSI – British Standards Institute
43	BTU – British Thermal Unit
44	CA – Certificado de Aprovação
45	CAI – Certificado de Aprovação de Instalação
46	CAT – Comunicado de Acidente de Trabalho
47	CBO – Classificação Brasileira de Ocupações
48	CCIH – Comissão de Controle de Infecções Hospitalares
49	CCOHS – Canadian Centre for Occupational Health & Safety
50	CCT – Convenção Coletiva do Trabalho
51	CDC – Control Desease Center (centro para controle de doenças)
52	CEI – Cadastro Específico do INSS
53	CEO – Chief Executive Officer, Chairman and Executive Officer
54	CEREST – Centro de Referência em Saúde do Trabalhador
55	CESAT – Centro de Estudos de Saúde do Trabalhador (Bahia)
56	CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
57	CID – Código Identificador de Doença; classificação internacional de doenças
58	CIN – Centro de Informações Nucleares
59	CIPA – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
60	CIPAMIN – Comissão Interna para Prevenção de Acidentes na Mineração
61	CIPATR – Comissão Interna para Prevenção de Acidentes no Trabalho Rural
62	CLT – Consolidação das Leis do Trabalho
63	CMSO – Controle Médico de Saúde Ocupacional
64	CNA – Confederação Nacional da Agricultura
65	CNAE – Código Nacional de atividades econômicas
66	CNC – Comando Numérico Computadorizado (ex torno CNC)
67	CND – Certidão Negativa de Débito
68	CNEN – Comissão Nacional de energia nuclear
69	CNH – Carteira Nacional de Habilitação
70	CNI – Confederação Nacional das Indústrias
71	CNPJ – Cadastro Nacional de Pessoas Jurídicas
72	COEGP – Cursos para Operador de Empilhadeira de Grande Porte
73	COEPP – Cursos para Operador de Empilhadeira de Pequeno Porte
74	CONAMA – Comissão Nacional de Meio Ambiente
75	CONASEMS – Conselho Nacional dos Secretários Municipais de Saúde
76	CONASS – Conselho Nacional dos Secretários Estaduais de Saúde
77	CONFEA – Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia
78	CONTAG – Confederação Nacional dos Trabalhadores na Agricultura
79	CORETEST – Conselho Regional dos Técnicos de Segurança do Trabalho
80	COS – Composto Orgânico Volátil
81	COS-V – Composto Orgânico Semivolátil

82	CPATP – Comissão de Prevenção de Acidentes no Trabalho Portuário
83	CPF – Cadastro de Pessoa Física
84	CPN – Comitê Permanente Nacional (sobre condições e meio ambiente de trabalho)
85	CPR – Comitê Permanente Regional (sobre condições e meio ambiente de trabalho)
86	CREA – Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia
87	CRF – Certificado de Registro de Fabricante
88	CRI – Certificado de Registro de Importador
89	CRJF – Certidão de Regularidade Jurídico Fiscal
90	CRM – Conselho Regional de Medicina
91	CRP – Centro de Reabilitação Profissional
92	CTN – Centro Tecnológico Nacional (da Fundacentro)
93	CTPAT – Comissão Tripartite de Alimentação do Trabalhador
94	CTPP – Comissão Tripartite Paritária Permanente
95	CTPS – Carteira de Trabalho Previdência Social
96	DATAPREV – Empresa de Processamento de Dados da Previdência Social
97	dB – decibel
98	DDS – Diálogo de Segurança
99	DDSMS – Diálogo Diário de Segurança, Meio Ambiente e Saúde
100	DDT – Dicloro, Difenil Tricloroetano
101	DECEX – Departamento de Comércio Exterior
102	DEQP – Departamento de Qualificação Profissional
103	DIN – Deutsche Industrien Normen, Deutsches Institut für Normung
104	DNSST – Departamento Nacional de Segurança e Saúde do Trabalho
105	DNV – Det Norske Veritas
106	DORT – Distúrbio(s) Osteomuscular(es) Relacionado(s) ao Trabalho
107	DOU – Diário Oficial da União
108	DPOC – Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica
109	DRT – Delegacia Regional do Trabalho (mudou para SRTE)
110	DRTE – Delegacia Regional do Trabalho e Emprego
111	DSST – Departamento de Saúde e Segurança do Trabalho
112	DST – Doença Sexualmente Transmissível
113	EA – Emissão Acústica
114	EAR – Equipamento Autônomo de Respiração
115	ECPI – Equipamento Conjugado de Proteção Individual
116	ECSST – Educação Continuada em Saúde e Segurança do Trabalho
117	EIA – Estudo de Impacto Ambiental
118	EMATER – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
119	EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias
120	END – Ensaio Não Destrutivo (radiações)
121	EPC – Equipamento de Proteção Coletiva
122	EPI – Equipamento de Proteção Individual
123	EST – Engenheiro de Segurança do Trabalho; Engenharia de Segurança do Trabalho
124	FAP – Fator Acidentário de Prevenção
125	FAT – Fundo de Amparo ao Trabalhador
126	FDA – Failure –Data Analysis
127	FENATEST – Federação Nacional dos Técnicos de Segurança do Trabalho

128	FEPI – Ficha de Entrega de EPI
129	FGTS – Fundo de Garantia do Tempo de Serviço
130	FIOCRUZ – Fundação Osvaldo Cruz
131	FISP – Feira Internacional de Segurança e Proteção (nome próprio)
132	FISP – Folha de Informação Sobre o Produto
133	FISPQ – Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico
134	FISST – Feira Internacional de Saúde e Segurança no Trabalho
135	FMEA – Failure Method of Effect Analysis
136	FOR – Free Oxigen Radicals (radicais livres de oxigênio)
137	FSDP – Ficha de Segurança de Produto
138	FTA – Fault Tree Analysis (análise de árvore de falhas)
139	FUNDACENTRO – Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Seg e Med do trabalho
140	GA – Gases Ácidos
141	GES – Grupo de Exposição Similar
142	GFIP – Guia de Recolhimento do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço e Informações à Previdência Social
143	GHE – Grupo Homogêneo de Exposição
144	GHR – Grupo Homogêneo de Risco
145	GLP – Gás Liquefeito de Petróleo
146	GNV – Gás Natural Veicular
147	GOI-PNES – Grupo Operativo Institucional (do PNES)
148	GQT – Gerenciamento pela Qualidade Total
149	GR – Grau de Risco
150	GST – Gerenciamento pela Segurança Total
151	GSTB – Grupo de Segurança do Trabalho a Bordo de Navios Mercantes
152	GT – Grupo Técnico
153	GT/SST – Grupo Tripartite de Saúde e Segurança do Trabalho
154	GTT – Grupo Técnico Tripartite
155	HACCP – Hazard Analysis and Critical Control Point
156	HAZOP – Hazard and Operability
157	HIV – Human Immunodeficiency Virus
158	HMIS – Hazardous Material Information System, Hazardous Materials Identification System
159	HSTA – Higiene e Segurança no Trabalho e Ambiente
160	IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
161	IBUTG – Índice de Bulbo Úmido-Termômetro de Globo
162	ILO – International Labour Organization (OIT, em Inglês)
163	IML – Instituto Médico Legal
164	IN – Instrução Normativa
165	INSS – Instituto Nacional do Seguro Social
166	INST – Instituto Nacional de Segurança do Trânsito
167	IPVS – Imediatamente Perigoso à Vida e à Saúde
168	IRA – Índice Relativo de Acidentes
169	ISO – International Organization for Standardization
170	JIT – Just in Time
171	LEM – Laudo de Exame Médico
172	LEO – Limite de Exposição Ocupacional
173	Leq – Level Equivalent

174	LER – Lesão por Esforço Repetitivo
175	LER/DORT – Lesão por Esforço Repetitivo/Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho
176	LGE – Líquido Gerador de Espuma
177	LIE – Limite Inferior de Explosividade
178	LP – Líquido Penetrante
179	LSE – Limite Superior de Explosividade
180	LT – Limite de Tolerância
181	LTCA – Laudo Técnico de Condições Ambientais
182	LTCAT – Laudo Técnico de Condições Ambientais do Trabalho
183	MAG – Metal Ative Gas – tipo de solda
184	MBA – Master of Business Administration
185	MIG – Metal Inert Gas – tipo de solda
186	MMA – Ministério do Meio Ambiente
187	MOPE – Movimentações de Cargas Perigosas
188	MRA – Mapa de Risco Ambiental
189	MSDF – Material Safety Data Sheet
190	MTE – Ministério do Trabalho e Emprego
191	MTR – Manifesto para Transporte de Resíduos
192	NBR – Norma Brasileira
193	NE – Nível de Exposição
194	NEN – Nível de Exposição Normalizado
195	Neq – Nível Equivalente, o mesmo que Leq
196	NFPA – National Fire Protection Association
197	NHO – Norma de Higiene Ocupacional
198	NIOSH – National Institute for Occupational Safety and Health
199	NIT – Número de Identificação do Trabalhador
200	NOB – Norma Operacional Básica
201	NOSA – National Occupational Safety Association (Africa do Sul)
202	NPS – Nível de Pressão Sonora
203	NR – Norma Regulamentadora
204	NRR – Nível de Redução de Ruído
205	NRR – Norma Regulamentadora Rural
206	NRR –SF – Noise Reduction Rating – Subject Fit
207	NTEP – Nexo Técnico Epidemiológico Previdenciário
208	OCRA – Occupational Repetitive Assessement
209	OGMO – Órgão Gestor de Mão de Obra
210	OHSAS – Ocupational Health Safety Assessment Series
211	OIT – Organização Internacional do Trabalho (em Inglês, ILO)
212	OMS – Organização Mundial da Saúde
213	ONG – Organização Não Governamental
214	ONL – Organização Não Lucrativa
215	OS – Ordem de Serviço
216	OSHA – Occupational Safety and Health Administration
217	PAE – Plano de Ação Emergencial
218	PAIR – Perda Auditiva Induzida por Ruído
219	PAIRO – Perda Auditiva Induzida por Ruído Ocupacional

220	PAM –Plano de Ajuda Mútua
221	PAT – Programa de Alimentação do Trabalhador
222	PBA – Plano Básico Ambiental
223	PCA – Plano de Controle Ambiental
224	PCA – Programa de Conservação Auditiva
225	PCE – Plano de Controle de Emergência
226	PCIH – Programa de Controle de Infecções Hospitalares
227	PCMAT – Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Construção Civil
228	PCMSO – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional
229	PCTP – Programa de Controle Total de Perdas
230	PDCA – Plan, Do, Check, Act
231	PFCC – Pressa, Frustração, Cansaço, Complacência
232	PGR – Programa de Gerenciamento de Risco
233	PGRSS – Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Saúde
234	PGSSMA – Programa Gestão Segurança, Saúde e Meio Ambiente
235	PGSSMATR – Programa Gestão Segurança, Saúde e Meio Ambiente do Trabalho Rural
236	pH – Potencial Hidrogeniônico
237	PH – Profissional Habilitado
238	PM – Particulas Magnéticas
239	PMOC – Plano de Manutenção, Operação e Controle
240	PMTA – Pressão Máxima de Trabalho Admissível
241	PNES – Programa Nacional de Eliminação da Silicose
242	PPACAP – Programa de Prevenção de Acidente Com Animais Peçonhentos
243	PPD – Pessoa Portadora de Deficiência
244	PPEOB – Programa de Prevenção de Exposição Ocupacional ao Benzeno
245	PPP – Perfil Profissiográfico Previdenciário
246	PPR – Programa de Proteção Respiratória
247	PPRA – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
248	PPRAG – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais para Indústrias Galvânicas
249	PPRPS – Programa de Prevenção de Riscos em Prensas e Similares
250	PPS – Procedimento Padrão de Segurança
251	PRAT – Pedido de Reconsideração de Acidente de Trabalho
252	PRODAT – Programa Nacional de Melhoria de Informações Estatísticas Sobre Doenças e Acidentes do Trabalho
253	PROESIC – Programa de Engenharia de Segurança na Indústria da Construção
254	PROVERSA – Programa de Vigilância Epidemiológica e Sanitária em Agrotóxicos
255	PSS – Programa de Saúde e Segurança
256	PSSTR – Programa Saúde e Segurança do Trabalhador Rural
257	PT – Permissão de Trabalho
258	PTR – Permissão de Trabalho de Risco
259	PV – Poço de Visita
260	RAA – Relatório de Auditoria Ambiental
261	RAP – Relatório Ambiental Prévio
262	RE – Risco Elevado (normas de combate à incêndio)
263	REM – Roetgen Equivalent Man (unidade de dose de radiação)
264	RENAST – Rede Nacional de Atenção Integral à Saúde do Trabalhador
265	RG – Registro Geral (cédula identidade)

266	RIA – Responsável pela Instalação Aberta (técnico habilitado em trabalho com radiação)
267	RIMA – Relatório de Impacto de Meio Ambiente
268	RIT – Regulamento de Inspeção ao Trabalho
269	RL – Risco Elevado (normas de combate a incêndio)
270	RM – Risco Médio (normas de combate a incêndio)
271	RNC – Relatório de Não Conformidade
272	RPA – Recibo de Pagamento a Autônomo
273	RSI – Repetitive Strain Injuri (Lesão por Esforço Repetitivo – LER, em Inglês)
274	RT – Responsável Técnico
275	RTP – Recomendação Técnica de Procedimentos
276	RTR – Requerimento para Transferência de Fonte Radioativa
277	S (cinco esses) – Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke
278	SARS – Severe Acute Respiratory Syndrom
279	SASSMAQ – Sistema de Avaliação de Segurança, Saúde, Meio Ambiente e Qualidade
280	SAT – Seguro de Acidente de Trabalho
281	SECONCI – Serviço Social da Indústria da Construção
282	SEESMT – Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho
283	SEFIT – Sistema Federal de Inspeção do Trabalho
284	SENAC – Serviço Nacional de Aprendizado do Comércio
285	SENAI – Serviço Nacional de Aprendizado Industrial
286	SENAR – Serviço Nacional de Aprendizado Rural
287	SERLA – Fundação Superintendência Estadual de Rios e Lagoas
288	SERT – Secretaria do Emprego e Relações do Trabalho
289	SESC – Serviço Social do Comércio
290	SESI – Serviço Social da Indústria
291	SESMT – Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho
292	SESST – Serviço Especializado em Segurança e Saúde do Trabalhador Portuário
293	SEST – Serviço Especializado em Segurança do Trabalho
294	SETAS – Secretaria do Trabalho e da Ação Social
295	SGA – Sistema de Gestão Ambiental
296	SGSST – Sistema de Gestão de Segurança e Saúde no Trabalho
297	SIASUS – Serviço de Informação Ambulatorial do SUS
298	SICAF – Sistema de Cadastramento Unificado de Fornecedores
299	SIDA – Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (AIDS)
300	SIM – Sistema de Informações sobre Mortalidade
301	SINAN – Sistema Nacional de Notificacão de Agravos
302	SINDUSCON – Sindicato da Indústria da Construção Civil
303	SINITOX – Sistema Nacional de Informação Tóxico-Farmacológica
304	SINTESPAR – Sindicato dos Técnicos de Segurança do Trabalho no Estado do Paraná
305	SIPAT – Semana Interna de Prevenção de Acidentes do Trabalho
306	SIT – Secretaria de Inspeção do Trabalho
307	SMS – Segurança Meio Ambiente e Saúde (Short Message Service – texto de mensagem de telefone celular)
308	SOBES – Sociedade Brasileira de Engenharia de Segurança
309	SOL – Segurança, Ordem e Limpeza
310	SRTE – Superintendência Regional do Trabalho e Emprego
311	SST – Saúde e Segurança do Trabalho

312	SUS – Sistema Único de Saúde
313	Sv – Sievert (unidade de dose de radiação)
314	TDS – Treinamento de Segurança
315	TE – Temperatura Efetiva
316	TEC – Temperatura Efetiva Corrigida
317	TIG – Tungsten Inert Gas – tipo de solda
318	TLV® – Threshold Limit Value, Threshold Level Value
319	TPM – Técnicas de Parasitologia e Manejo de Pragas
320	TPM – Tensão Pré-Menstrual
321	TPM – Total Productive Maintenance
322	TRT – Tribunal Regional do Trabalho
323	TST – Técnico de Segurança do Trabalho
324	TST – Tribunal Superior do Trabalho
325	TWA – Time Weight Average (nível médio ponderado)
326	TWI – Training With Industry
327	UE – Unidade Extintora (normas de combate a incêndio)
328	UFIR – Unidade Fiscal de Referência
329	UNESCO – United Nations Education, Science and Culture Organization
330	UNICEF – United Nations Children`s Found
331	US – Ultrassom
332	VGD – Ventilação Geral Diluidora
333	VLE – Ventilação Local Exaustiva
334	VO – Voláteis Orgânicos
335	VRT – Valor de Referência Tecnológico
336	WHO – World Health Organization

Principais *sites* da *web* na área de higiene

Agency for toxic substances and disease registry: <http://atsdr1.atsdr.cdc.gov:8080>

American conference of governmental industrial hygienists (acgih): <http://www.acgih.org>

American industrial hygiene association (aiha): <http://www.aiha.org>

American national standards institute (ansi): <http://www.ansi.org>

American society for testing and materials (astm): <http://www.astm.org>

Asian-pacific regional network on occupational safety and health information: <http://www.ilo.org/public/english/270asie/asiaosh/index.htm>

Canadian center for occupational health and safety (ccohs): <http://www.ccohs.ca>

Environmental chemicals data and information network: <http://ulisse.ei.jrc.it/ecdin.html>

Us environmental protection agency (epa): <http://www.epa.gov>

Epa methods for sampling toxic chemicals in ambient air: <http://www.epa.gov/ttn/amtic/airox.htmal>

Enviro-net msds index: <http:// environet-net.com/msds/msds.html>

Uk health and safety executive: <http://www.open.gov.uk>

Mexican health and safety executive: <http://www.stps.gob.mx/index.html>

Msds on-line from university of utah gopher://atlas.chem.utah.edu:70/11/msds>

Us mine safety and health administration: <http://www.msha.gov>

Us national institute for occupational safety and health (niosh): <http://www.cdc.gov/niosh/homepage.html>

Niosh air sampling methods: <http://www.cdc.gov/niosh/nmam/nmammenu.htmal>

National pesticide telecom network: <http://www.ace.orst.edu/info/nptn>

Us occupational safety and health administration (osha): <http://www.osha.gov>

Us osha air sampling methods inorganic methods: <http://www.osha-slc.gov/sltc/analyticalmethods/methodsinorganic.html>

Organic methods: <http://www.osha-slc.gov/sltc/analyticalmethods/methodsorganic.html>

Partially validated methods: <http://www.osha-slc.gov/sltc/analyticalmethods/methodspartial.html>

Rocky mountain center for occupational and environmental health: <http://rocky.utah.edu skc air sampling guide>

SKC Air Sampling Guide: <http://www.skcinc.com>

Western australia´s department of occupational health, safety and welfares safety line on-line lecture series: <http://safetyline.wa.gov.au/institute>

World health organization: <<http://www.who.ch

CCE – Comissão da Comunidade Europeia: <<http://ec.europa.eu/index_pt.htm>

OSHA – Occupational Safety and Health Administration (USA): <http://www.osha.gov/>

NIOSH – National Institute for Occupational Safety and Health (USA) : <http://www.cdc.gov/niosh/>

ACGIH® – American Conference of Governmental Industrial Hygienists: <http://www.acgih.org/home.htm>

FUNDACENTRO: <http://www.fundacentro.gov.br/>

MTE: <http://www.mte.gov.br/seg_sau/default.asp>

ABHO – Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais: <http://www.abho.com.br/>

OIT – Organização Internacional do Trabalho: <http://www.oitbrasil.org.br/>

Receita Federal do Brasil – FAP: <http://www.receita.fazenda.gov.br/Previdencia/FAP.htm >

Ministério da Previdência Social – Nexo Técnico Epidemiológico Previdenciário – NTEP: <http://www.mps.gov.br/conteudoDinamico.php?id=463>